



Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia

**FEUP**



Luís Miguel Gomes da Costa Ferraz Mota

# A Bicicleta como um Caso de Design Industrial

**UNIVERSIDADE DO PORTO**  
Faculdade de Engenharia  
**BIBLIOTECA 14**  
N.º 79729  
CDU 621(043)  
19.5 20.04

**A Bicicleta como um Caso de Design Industrial**

Luis Miguel Gomes da Costa Ferraz Mota

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

Em parceria com a

**Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos**

Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Tese de Mestrado para a obtenção do Grau de Mestre em Design Industrial

**Porto  
2003**

Tese Realizada sob a orientação do  
**Professor Doutor José António de Oliveira Simões**

## **Resumo**

Este trabalho resultou da investigação efectuada relativamente a uma problemática actual: a mobilidade sustentada. Dentro desta problemática, a bicicleta assume um papel novo e importante na organização social, cabendo aos designers a responsabilidade acrescida em desenvolver e materializar novos e diferentes conceitos que permitam que a bicicleta se enquadre dentro de parâmetros pretendidos como forma de resposta aos novos desafios emergentes.

A bicicleta como um produto desenvolvido industrialmente tem, actualmente, a responsabilidade de alargar o seu campo de acção, não sendo manifestamente um vulgar produto que permita a nossa deslocação, mas deve ampliar a sua resposta segundo novos conceitos que permitam soluções mais completas, abrangentes e complexas.

Como designer, o desenvolvimento de um trabalho sobre um determinado produto, além de uma componente teórica sobre a problemática abordada, deve fazer constar igualmente uma apreciação sob a forma de trabalho prático, como tal, a composição deste trabalho divide-se em duas componentes complementares: a teórica e a prática.

A investigação teórica centrada na bicicleta permitiu desenvolver e aprofundar os conhecimentos sobre este meio de transporte, desmontando em vários capítulos algumas problemáticas associadas à bicicleta e necessárias para o bom entendimento da amplitude deste meio de transporte.

A componente pratica deste trabalho pretende ser uma abordagem tendo em conta as problemáticas actuais da sociedade expressas num projecto de design industrial.

O trabalho prático desenvolvido é uma abordagem, uma conclusão, relativamente aos capítulos desenvolvidos, expressa através de uma proposta de projecto de uma bicicleta, que se enquadre no âmbito das preocupações vigentes e no seguimento das tendências que pretendem definir o futuro da bicicleta.

## **Abstract**

The final result of the work hereby described reflects the research carried out concerning sustained mobility. Within this thematic, the bicycle plays an important and a new role in the social organization. Industrial designers have added responsibility in the development and materialization of new and different concepts that can make the bicycle an efficient response to new emergent challenges.

The bicycle, as an industrial product, has nowadays the responsibility to spread its field of action, not only being a simple object that allows mobility. In fact, it must be a more complete, complex and wider solution to new concepts.

As an industrial designer, the development of a design process must incorporate theoretical and practical components, and must be a critical observation of the practical task performed. The dissertation developed comprises a theoretical study finalized with a practical materialization and proposal of a bicycle.

The theoretical research allowed the acquisition of important and relevant knowledge on the bicycle as a mean of transport, and is described in several chapters, focusing different problems. It allowed a good and general understanding on the problematic of this transport.

The practical work developed is an approach, a conclusion, having in consideration the study performed and chapters described, and are formally expressed through a design proposal of a bicycle that reflects actual concerns and tendencies that will shape the future of the bicycle.

## **Prefácio**

Confrontado com a necessidade em desenvolver um trabalho teórico como forma de conclusão do mestrado em Design Industrial, foi trabalhada a ideia de incluir no referido trabalho uma componente prática, típica de um processo de Design Industrial, como resultado de uma reflexão sobre as problemáticas entretanto desenvolvidas numa base teórica.

A escolha da matéria a abordar no âmbito da tese teve em consideração a possibilidade de desenvolver e materializar uma proposta dentro do âmbito do Design Industrial, permitindo o desenrolar de um trabalho bem mais interessante, uma vez que, como designer, a familiaridade com trabalhos de teor prático é mais intensa.

O tema a desenvolver deveria então atentar a uma problemática que fosse contemporânea, actual e interessante.

A escolha de um tema centrado na bicicleta foi resultante de uma prévia reflexão social que emerge nos dias de hoje, como é o caso da mobilidade sustentada. A importância que a bicicleta poderá vir a desempenhar dentro desta problemática, além do interesse que, enquanto designer sempre representou e também pela proximidade que desde as minhas primeiras pedaladas mantive para com a bicicleta, resultou na abordagem a um tema que desde o início seria próximo, interessante e sobretudo agradável de desenvolver.

A possibilidade de abordar outras vertentes inerentes à bicicleta que não pertenciam aos meus domínios de conhecimento foi igualmente uma motivação para poder abordar este trabalho e para que o resultado final fosse uma mais valia enquanto designer e que permitisse ampliar os conhecimentos no que concerne a este objecto/produto de grande importância pessoal.

Por outro lado, o desafio em desenvolver uma matéria centrada na bicicleta em que poucos, ou mesmo nenhuns, autores nacionais desenvolveram, conotou este trabalho com um significado ainda mais interessante. O desafio foi encarado positivamente.

A estruturação do trabalho pretende fazer um levantamento e respectivo reconhecimento das várias matérias que giram em torno da bicicleta, no sentido de tentar aprofundar e compreender a amplitude da mesma. Assim, o desenvolvimento do trabalho ocorreu em duas partes complementares: a teórica e a prática, desenvolvidas ao longo de sete capítulos:

- História da Bicicleta;
- A Bicicleta e a Sociedade;
- Forma da Bicicleta;
- Materiais;
- Ergonomia;
- Tendências;
- Proposta.

Na impossibilidade de desenvolver um trabalho centrado num determinado objecto sem reconhecer as suas origens e o seu percurso histórico, foi abordado num primeiro capítulo a história da bicicleta, focando as referências julgadas de maior importância no seu percurso histórico.

O segundo capítulo é uma abordagem sobre a relação causa/efeito entre a bicicleta e a sociedade, sobressaindo o papel que ao longo dos anos a bicicleta tem interpretado e desempenhado na mesma.

O terceiro capítulo é uma análise aos aspectos formais da bicicleta, desde os seus primórdios aos dias de hoje, analisando os motivos que directa e indirectamente influenciaram o aparecimento de formas diferentes e novas soluções. As tipologias da bicicleta, as marcas, os construtores e os acessórios que compõem a bicicleta, são igualmente abordados.

O quarto capítulo, centrado nos materiais, faz o levantamento dos mesmos e tecnologias aplicadas ao longo dos anos na concepção e materialização da bicicleta, focando as matérias-primas, a produção e os aspectos ecológicos como os referentes à reciclagem.

O quinto capítulo faz uma abordagem à ergonomia e à importância desta na obtenção de uma postura otimizada do ciclista sobre a bicicleta e de como, através de dados antropométricos, é possível obter medidas muito aproximadas da bicicleta e seus componentes.

O sexto capítulo pretende ser uma tentativa de identificar caminhos que definirão o futuro da bicicleta. A identificação de propostas futuristas elaboradas actualmente permitem efectuar uma reflexão sobre a bicicleta e quais as orientações a seguir por esta.

Por fim, o sétimo capítulo é uma proposta sob a forma de projecto, onde são apresentadas as várias etapas de desenvolvimento inerentes ao processo de design industrial, e que levaram à obtenção de um resultado final apresentado sob a forma de protótipo.

O trabalho é finalizado por diversas conclusões sobre todo o processo efectuado no espaço de tempo em que foi desenvolvido o mesmo.

## **Agradecimentos**

Ao longo deste trabalho houveram pessoas que de uma forma directa ou indirecta me proporcionaram condições que me permitiram desenvolver este trabalho, a todas elas gostaria de agradecer.

Os meus sinceros agradecimentos ao Professor Doutor José António de Oliveira Simões, pelo acompanhamento, interesse, dedicação e disponibilidade demonstrados ao longo de todo o trabalho, orientando-me na obtenção de um resultado de melhor qualidade.

À Ana Sofia, minha esposa, pelo amor, compreensão, paciência, incentivo e dedicação, condições essenciais para poder elaborar este trabalho.

À minha família, especialmente aos meus pais, irmã, cunhado e sobrinho, pela preocupação e afecto demonstrados.

Aos meus amigos, pelo incentivo, interesse e apoio demonstrado ao longo de todo este tempo.

Ao designer José Luis Ferreira, ao Mestre Carlos Relvas e aos senhores Alberto Silva (pai) e Alberto Silva (filho), pela colaboração na concepção, materialização e construção do respectivo protótipo.

Este trabalho também vos pertence!

## **Índice dos conteúdos**

Resumo	I
Abstract	II
Prefácio	III
Agradecimentos	V
Índice dos conteúdos	VI
Listagem de imagens	VIII
Listagem de tabelas	XVI
Capítulo 1   <b>HISTÓRIA DA BICICLETA</b>	<b>2</b>
1.1 – História da bicicleta até ao século XX	3
1.2 – Início do século XX até aos nossos dias	22
Referências	42
Capítulo 2   <b>A BICICLETA E A SOCIEDADE</b>	<b>44</b>
2.1 – A bicicleta em diferentes culturas	47
2.2 – A bicicleta em Portugal	54
2.2.1 – Do surgimento da bicicleta em Portugal até aos nossos dias	54
2.2.2 – Zonas de maior proliferação da bicicleta em Portugal	57
2.3 – A cidade e a bicicleta	58
2.3.1 – Espaços destinados à bicicleta	61
2.3.2 – Mobilidade	62
2.3.3 – Vias	64
2.3.4 – Parques de estacionamento	66
2.3.5 – Ao serviço da comunidade – “A Buga”	67
2.4 – A Bicicleta de trabalho	69
2.5 – Culto da bicicleta	73
2.6 – A bicicleta e a arte	74
Referências	79
Capítulo 3   <b>MORFOLOGIA DA BICICLETA</b>	<b>81</b>
3.1 – Evolução formal da bicicleta ao longo dos tempos	87
3.2 – Tipos de bicicleta	100
3.3 – Marcas	107
3.3.1- Construtores de bicicletas em Portugal	109
3.3.2- Influência da cultura do design em cada marca	110
3.4 – Componentes e sistemas mecânicos da bicicleta	112
Referências	125
Capítulo 4   <b>MATERIAIS</b>	<b>127</b>
4.1 – Matérias-primas	129
4.2 – Produção	140
4.3 – Reciclagem	142
Referências	144

Capítulo 5   <b>ERGONOMIA</b>	<b>145</b>
5.1 – Método empírico	147
5.2 – Método científico	149
5.3 – Conceber uma bicicleta a partir de medidas antropométricas	153
Referências	155
Capítulo 6   <b>TENDÊNCIAS</b>	<b>156</b>
Referências	168
Capítulo 7   <b>PROPOSTA</b>	<b>169</b>
7.1 – Introdução	170
7.2 – Estratégia de projecto	170
7.3 – Conceito	171
7.4 – Propostas	174
7.5 – Desenvolvimento	181
7.6 – Modelos de criança e de adulto	185
7.7 – Foto-realismo	186
7.8 – Construção do protótipo	188
Referências	194
Capítulo 8   <b>CONCLUSÕES FINAIS</b>	<b>195</b>
<b>BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA GERAL</b>	<b>199</b>

## Listagem de imagens

### CAPÍTULO 1 | História da Bicicleta

---

**Figura 1** – Esquissos de trabalhos desenvolvidos por Leonardo Da Vinci, incluídos no documento “Códices Atlanticus, actualmente na posse do Museu de Madrid [5].

**Figura 2** – Modelo em madeira construído com base nos esquissos reconhecidamente pertencentes a Leonardo Da Vinci [5].

**Figura 3** – Modelo de Kessler, um dos primeiros modelos daquilo a que se viria a tornar a bicicleta [7].

**Figura 4** – Exemplar em madeira de um veículo denominado por Celerífero, cuja forma deriva de inspiração notoriamente biónica [9].

**Figura 5** – Ilustração do modelo desenvolvido pelo barão alemão Karl Drais [11].

**Figura 6** – Ilustração do modo de accionamento do “Hobbie-horse” [12].

**Figura 7** – Modelo aperfeiçoado do anterior, Draisina, desenvolvido pelo inglês Denis Johnson [13].

**Figura 8** – Modelo de Macmillan, possuindo um sistema de accionamento baseado em bielas que permitiam, pela primeira vez, o movimento do veículo sem impulsionar os pés contra o solo [14].

**Figura 9** – Modelo de Velocípede existente actualmente, onde predominam as duas rodas de diferentes diâmetros e a estrutura principal de forma simples [16].

**Figura 10** – Ilustração de Michaux junto de um dos veículos por si produzidos [17].

**Figura 11** – Modelo Ariel com a roda da frente de exageradas dimensões, possibilitando uma melhor rentabilidade da pedalada [18].

**Figura 12** – A posição que o ciclista adoptava em cima do modelo Ariel, apesar de melhorar a pedalada, era manifestamente incómodo e perigoso [19].

**Figura 13** – Modelo Xtraordinary, muito semelhante ao seu antecessor, diferenciando-se pelo aumento do tamanho dos crenques e pela possibilidade introduzida de poder reajustar o selim consoante as medidas do ciclista [20].

**Figura 14** – Modelo desenvolvido por H. J. Lawson, designado de *Bicyclette*. Este modelo mantém a diferença de tamanho entre a roda da frente e a roda traseira, inovando no sistema de transmissão de forças à roda de tracção, fazendo-o por meio de uma corrente metálica de elos [22].

**Figura 15** – Ilustração de vários modelos de correntes metálicas que viabilizavam o accionamento do veículo [23].

**Figura 16** – Modelo de bicicleta com o quadro em forma de cruz [22].

**Figura 17** – Esquema de demonstração da forma encontrada ideal para pedalar. Foi a partir desta posição do ciclista que se conseguiria desenvolver o modelo de bicicleta “Rover” [24].

**Figura 18** – Primeiro protótipo do modelo Rover inicial. A simplicidade formal e o sistema de direcção indirecta são apanágio desta versão [24].

**Figura 19** – Modelo “Rover” com o quadro de tubos curvilíneos [24].

**Figura 20** – Ilustração e foto de modelo de bicicleta destinado a um público feminino. O tubo horizontal curvo permite entrar e sair da bicicleta mais facilmente, além de permitir pedalar mesmo utilizando longas vestes [25].

**Figura 21** – Ilustração da primeira solução de pneumáticos encontrada para utilização em bicicleta [26].

**Figura 22** – Modelo de quadro Humber baseado no antecessor, simplificando-o através da utilização de tubos rectos e incluindo o tubo de selim. A sua forma baseada em triângulos induziu a que também fosse reconhecido como o quadro em forma de diamante [27].

**Figura 23 A** – Imagem característica de um dos 22 troços em paralelepípedo que constituem esta famosa prova francesa [18].

- Figura 23 B** – Imagem da partida da primeira etapa da primeira edição da “Volta à França em Bicicleta” [28].
- Figura 24** – Ilustração referente a várias vistas do singular modelo de Pedersen [29].
- Figura 25** – Esquema de rebatimento que permitia a este modelo ser facilmente transportável [30].
- Figura 26A** – Motorizada Daimler. Veículo de duas rodas impulsionado por um motor. Para um maior equilíbrio, este modelo incluía duas pequenas rodas laterais em madeira [18].
- Figura 26B** – Moto Benz. Veículo motorizado desenvolvido tendo como base um triciclo [31].
- Figura 26 C** - Motorizada-velocipede Michaux Perreaux. Michaux anexaria um motor a um dos modelos por si produzidos, transformando-o num dos primeiros veículos motorizados de duas rodas [18].
- Figura 26D** – Bicicleta a vapor de Copeland. Baseado igualmente numa bicicleta, Copeland, desenvolveria um modelo de transporte cuja propulsão do veículo era feita através de um pequeno motor [18].
- Figura 27** – Sistema primitivo de mudança, baseado na existência de duas rodas dentadas diferentes e que para efectuar a mudança era necessário desmontar da bicicleta e inverter o sentido da roda traseira [33].
- Figura 28** – Modelo de bicicleta influenciado pelo gosto pelo aerodinamismo e pela velocidade, expressos na forma curva do quadro e na alusão a modelos de motorizadas expressos no farol dianteiro e no falso depósito existente na parte superior do quadro. As rodas com pneus de perfil alto ajudavam a identificar este modelo com semelhanças com outros veículos motorizados de duas rodas [34].
- Figura 29** – Sistema de mudanças baseado num “braço” que traccionando a corrente permitia a alteração da roda dentada em transmissão [35].
- Figura 30** – Bicicleta americana muito difundida entre os ardinas para a realização das suas tarefas [36].
- Figura 31** – Folheto publicitário dos anos 30 referente a modelos de bicicletas reclinadas [37].
- Figura 32** – “A Bicicleta do Futuro”, modelo apresentado na exposição “Britain Can Make it” (A Inglaterra consegue produzi-lo), em 1946 [38].
- Figura 33** – Modelo de mudança traseira fixa à escora traseira do quadro [39].
- Figura 34** – Modelo desenvolvido por Alex Moulton característico pelas reduzidas dimensões das rodas e do quadro. Esta bicicleta seria um marco na história da velocipedia, abrindo portas a futuras propostas de bicicletas baseadas em inovadores e radicais conceitos [40].
- Figura 35** – Esquema de desmontagem de um dos modelos de Moulton, permitindo maior facilidade de arrumo e transporte [43].
- Figura 36** – Modelo RSW 16, posterior ao modelo de Moulton, foi desenvolvido simplificando a estrutura já alcançada pelo modelo anterior, mantendo a característica da utilização de rodas de pequeno diâmetro [44].
- Figura 37** – Modelo Shopper, desenvolvido tendo em atenção um público maioritariamente feminino, incorporava pequenas áreas de carga visando a sua utilização para a ida diária às compras [45].
- Figura 38** – Bicicleta Chopper, destinada a um público juvenil, era característico pelo seu aspecto robusto e grosseiro, identificando-se com os modelos motorizados de duas rodas característicos da época [46].
- Figura 39** – Registo de acrobacias efectuadas com modelos de bicicletas BMX demonstrando a capacidade deste veículo para manobras pouco ortodoxas [46].
- Figura 40** – Um dos primeiros modelos de bicicletas de todo-o-terreno. Desde cedo esta tipologia de bicicleta se caracterizou pelo quadro inclinado e pelo seu aspecto geral extremamente robusto e fiável [48].
- Figura 41** – Bicicleta “Itera”, projecto sueco concebido em grande parte recorrendo a materiais plásticos [49].
- Figura 42** – Sistema de pedais de encaixe de solução idêntica à já utilizada pelos esquis da neve [50].
- Figura 43** – Modelo de quadro “Vitus” em Duralumínio, recorrendo à técnica da colagem para unir os diversos tubos e uniões que compõem este quadro [51].
- Figura 44** – Modelo de bicicleta rebaixado à frente na tentativa de melhorar o coeficiente de penetração no ar. Com o corpo rebaixado o ciclista encontra menos resistência ao ar, facilitando a sua deslocação [52].

**Figura 45** – Mudança electrónica desenvolvida pela marca francesa “Mavic”. Inicialmente esta solução teve muitos problemas em se impor no mercado, devido aos inúmeros problemas que a sua normal utilização encontrava para funcionar satisfatoriamente [53].

**Figura 46** – Bicicleta eléctrica de pequenas dimensões, Zike, destinada à utilização em meios urbanos onde o tráfego é intenso [54].

**Figura 47** – Quadro em titânio da marca “GT”, característico pela sua leveza e pela forma de ligação das pates traseiras que finalizam no tubo horizontal. Esta solução é comum à maior parte dos quadros desta marca produzidos nos primeiros anos da década de 90, mesmo hoje alguns quadros ainda adoptam esta solução [55].

**Figura 48** – Quadro monocoque em compósito carbono/carbono. O sistema “cantilever” e o material utilizado permitem que este quadro seja de peso extremamente reduzido e de formas manifestamente dinâmicas [55].

## CAPITULO 2 | A Bicicleta e a Sociedade

---

**Figura 1** – Perspectiva de uma zona de estacionamento na cidade de Amesterdão [5].

**Figura 2** – Modelo de bicicleta de todo-o-terreno [1].

**Figura 3** – Xangai: Parque numa zona residencial caracterfstica da cidade [6].

**Figura 4** – Pequim: “Bicicleta Cozinha” [6].

**Figura 5** – Pequim: “Hora de Ponta” para o trabalho. O recurso à bicicleta é mais barato e mais rápido do que utilizar o autocarro [6].

**Figura 6** – Pequim: Avenida da cidade em “Hora de Ponta” [6].

**Figura 7** – Pequim: Oficina provisória instalada no passeio [6].

**Figura 8** – Pormenor de uma bicicleta executada na sua totalidade em madeira [7].

**Figura 9** – Um cidadão do Ruanda faz uso da sua bicicleta em madeira para transportar os vegetais que havia negociado no mercado local [8].

**Figura 10** – Mapa de Ecopistas previstas para Portugal Continental [18].

**Figura 11** – Estacionamento na cidade de Pequim [19].

**Figura 12** – Posto de controlo com estacionamento de modelos “Bugá” [20].

**Figura 13** – Veículo de assistência ao projecto “Bugá” [21].

**Figura 14** – Exemplo de sinalização desenvolvida para o projecto global “Bugá” [22].

**Figura 15** – Iniciativa ao redor do projecto “Bugá”, sendo visível as laterais destinadas à inclusão de elementos publicitários [23].

**Figura 16** – Pelotão ciclo do exército suíço [24].

**Figura 17** – Modelo desenvolvido para utilização das tropas norte-americanas [25].

**Figura 18** – Agentes da G.N.R. a retirarem as bicicletas de cima do todo-o-terreno da brigada de trânsito [26].

**Figura 19** – Modelo de bicicletas utilizadas pelas autoridades portuguesas [27].

**Figura 20** – Bicicleta de circo modelo Bauer alemão de 1950 [28].

**Figura 21** – Bicicleta dupla de circo [28].

**Figuras 22 a 27** – Varias modalidades profissionalizadas praticadas em bicicleta [29].

**Figura 28** – Marcel Duchamp: “Roda de Bicicleta” (1913), *ready made* com um banco em madeira e uma roda em metal. Composição com 1260 mm de altura [31].

**Figura 29** – Jacques Carelman: Bicicleta Simétrica. Segundo Carelman esta proposta permitia movimentar-se distintamente em dois sentidos opostos [33].

**Figura 30** – Jaques Carelman: Bicicleta-arado. Bicicleta para poder lavar e praticar ciclismo simultaneamente [34].

**Figura 31** – Jacques Carelman: Bicicleta para a neve. Bicicleta com raquetes substituindo as rodas, permitindo fazer passeios na neve [35].

**Figura 32** – Robert Rauschenberg, "Bicycloid III", 1993 [36].

**Figura 33** – Serge Lifar, coreografia "La Pastorale", 1920 [37].

**Figura 34** – Peça desenvolvida por Jean Baptiste Thiéree, Victoria Chaplin e James Spencer [38].

### CAPITULO 3 | **Forma da Bicicleta**

---

**Figura 1** – Bicicleta de viagem para homem, com quadro tipo "Humber" recto [1].

**Figura 2** – Bicicleta para senhora com quadro tipo "Humber" com o tubo superior rebaixado e curvo para permitir às senhoras montar e desmontar da bicicleta mais facilmente [2].

**Figura 3** – Bicicleta para criança, com acessórios alusivos aos gostos infantis [3].

**Figura 4** – Bicicleta normalmente utilizada pela população holandesa para efectuar as suas deslocações em pequenos percursos urbanos [4].

**Figura 5** – Bicicleta de alta competição desenvolvida pela empresa italiana Colnago como homenagem à marca de automóveis Ferrari [5].

**Figura 6** – Celerífero de formas inspiradas em elementos biónicos, neste caso o crocodilo [6].

**Figura 7** – Modelo desenvolvido por arquitectos construtivistas e apresentado numa exposição dos anos 20 do século XX [7].

**Figura 8** – Bicicleta aerodinâmica desenvolvida segundo as apetências da época por objectos estilizados demonstrativos da velocidade [8].

**Figura 9** – Modelo Draisina com estrutura em madeira extremamente simples, cujas formas derivam unicamente do binómio forma/função [10].

**Figura 10** – Modelo de MacMillan, com o primeiro sistema de transmissão, indirecta, numa bicicleta [11].

**Figura 11** – Primeiro modelo de bicicleta com accionamento da transmissão de forças à base de rotação de pés sobre alavancas e pedais [12].

**Figura 12** – Modelo Kangaroo, um dos vários modelos que recorriam ao aumento da roda da frente de tracção para aumentar a rentabilidade de pedalada [13].

**Figura 13** – Bicicleta segura com quadro em forma de diamante utilizando tubagem rectilínea [14].

**Figura 14** – Modelo de bicicleta com o ciclista na posição quase deitada, permitindo uma nova e diferente forma de pedalar [15].

**Figura 15** – Modelo de bicicleta de pequenas dimensões mantendo a mesma postura da normalmente utilizada no modelo de bicicleta clássico. Na figura o Engenheiro Alex Moulton a experimentar o modelo por si concebido: o modelo Moulton [16].

**Figuras 16A e 16B** – Modelos de bicicleta posteriores ao modelo Moulton e que desenvolveriam mais aprofundadamente o conceito de bicicleta de pequenas dimensões [17].

**Figura 17** – Bicicleta destinada à utilização por crianças com novas e radicais formas relativamente aos modelos predecessores. Este modelo teria uma enorme aceitação no público infantil e juvenil, pela sua aparência e pela inclusão de um sistema de mudanças original [18].

**Figura 18** – Modelo de bicicleta BMX utilizado, geralmente por um público juvenil, para executar manobras arriscadas. Este modelo por ter o centro de gravidade rebaixado permite melhor domínio e controlo do veículo facilitando as manobras a efectuar com o mesmo [19].

**Figura 19** – Um dos primeiros modelos de bicicleta de montanha, modelo que conseguiu evoluir até se tornar nos dias de hoje um dos mais solicitados e adquiridos no mercado velocipédico [20].

**Figuras 20A e 20B** – Estudo e modelo final de um modelo de bicicleta de posição deitada. Estes modelos evidenciam ao máximo a rentabilidade que se pretende obter com o rebaixamento da posição de pedalada por parte do ciclista [21].

**Figuras 21A e 21B** – Modelos de bicicletas de posição deitada, um modelo de base de rodas comprido e um modelo de base de rodas compacto [22].

**Figura 22** – Bicicleta inclinada reconhecida em Portugal como “Cabra”. Este particular modelo é utilizado quando são necessários altos desempenhos para pedalar, normalmente em ciclismo de alta competição como o caso das provas de contra-relógio ou de perseguição em pista [23]

**Figura 23** – Bicicleta rebatível Strida, com rodas de pequeno diâmetro e estrutura dobrável [24].

**Figura 24** – Bicicleta de pequenas dimensões apoiada por um pequeno motor eléctrico para ajudar o ciclista em terrenos de declive acentuado [25].

**Figura 25** – Bicicleta de alta competição para provas em pista. Modelo com quadro em monocoque de compósito em carbono, utilizada pelo ciclista britânico Cris Boardman nos Jogos Olímpicos de 1992 em Barcelona, Espanha [26].

**Figura 26** – Bicicleta Ball Bike, concorrente ao concurso runride no ano de 1997, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, obtendo o 3º lugar [27].

**Figura 27** – Bicicleta 2C, concorrente ao concurso runride de 1996, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, sendo finalista [28].

**Figura 28** – Bicicleta Eagle, concorrente ao concurso runride de 1997, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, obtendo o 2º lugar [29].

**Figura 29** – Bicicleta Family, concorrente ao concurso runride do ano de 1999, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, obtendo a classificação de excelente [30].

**Figura 30** – Bicicleta Run, concorrente ao concurso runride do ano de 1996, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, sendo finalista [31].

**Figura 31** – Modelo de bicicleta de forma singular, implicando uma nova postura do ciclista e soluções técnicas para concretizar o modelo, igualmente inovadoras [32].

**Figura 32** – Modelo actual de “pasteleira”, bicicleta de viagem [33].

**Figura 33** – Modelo de bicicleta de carga com atrelado para aumentar a capacidade de transporte [36].

**Figura 34** – Modelo de bicicleta de alto rendimento para a competição executada em compósito de carbono e com uma forma tipo “Boomerang” deixando o selim em suspensão [37].

**Figura 35** – Bicicleta utilizada nas actividades circenses, de forma mais compacta do que os modelos de estrada, utiliza um guiador curvo invertido e selim com apoio lombar, para melhorar a posição que permita efectuar os números de circo [38].

**Figura 36** – Vários componentes da estrutura principal. O quadro [39].

**Figura 37** – Modelo de suspensão dianteira Sid da Rock Shock [40].

**Figura 38** – Cubo da roda da frente em alumínio Campagnolo Record [41].

**Figura 39** – Mudança traseira com corpo central em carbono da marca Campagnolo, grupo Record [42].

**Figura 40** – Crenques Campagnolo Record em alumínio com 170 mm de comprimento [43].

**Figura 41** – Pedal Shimano SPD, com corpo em alumínio [44].

**Figura 42** – Cremalheiras de cassete, de encaixe e aperto ao cubo traseiro [45].

**Figura 43** – Maxilas de travão com cabo accionado lateralmente [46].

**Figura 44** – Manetes de travão para guiador curvo Campagnolo Record, em carbono e com o sistema de mudanças indexadas incorporado [47].

**Figura 45** – Guiador e avanço numa única peça em fibra de carbono Cinelli. Guiador curvo extremamente leve e estudado ergonomicamente para várias posições de mãos sobre o guiador [49].

## CAPITULO 4 | Materiais

---

**Figura 1** – Aro em madeira de uma bicicleta de circo [2].

**Figura 2** – Modelo de bicicleta com o quadro em contraplacado de madeira e restantes acessórios estandardizados [3].

**Figura 3** – Imagem utilizada pela marca Columbus para publicitar algumas das suas tubagens [7].

**Figura 4** – Conjunto de escora e base em carbono para serem aplicados num quadro de outro material [8].

**Figura 5** – Quadro em titânio [11].

**Figura 6** – Ponteiras executadas em liga de titânio 6Al 4V [12].

**Figura 7** – Tubos num compósito de carbono [12].

**Figura 8** – Modelos de bicicletas executados essencialmente em madeira. Modelos de passeio e de todo-o-terreno executados manualmente, montados com acessórios estandardizados [14].

## CAPITULO 5 | Ergonomia

---

**Figura 1** – Esquema representativo das medidas principais na concepção de uma bicicleta [3].

**Figura 2** – Esquema representativo das medidas antropométricas aplicadas para obtenção das medidas da bicicleta e da posição otimizada do ciclista [4].

**Figura 3** – Método de obtenção da altura de selim, experimentando pedalar com o calcanhar apoiado nos pedais [6].

**Figura 4** – Método da utilização de um fio-de-prumo tangente à rótula, de forma a encontrar a relação correcta entre a altura do selim e o ângulo formado pela perna e pelo pé [7].

**Figura 5** – Esquema demonstrativo de qual o processo indicado para obter as medidas antropométricas necessárias para a definição da postura otimizada e medidas correctas da bicicleta [8].

**Figura 6** – Esquema de construção gráfica de uma bicicleta tradicional, tendo como ponto de partidas as medidas antropométricas efectuadas anteriormente ao ciclista para qual se conceberá a bicicleta [11].

## CAPITULO 6 | Tendências

---

**Figura 1** – Conjunto de acessórios Shimano Nexave para mudanças accionadas electricamente [1].

**Figura 2** – Modelo Bcy Monster, apresentado no concurso do ano 2000 promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan [2].

**Figura 3** – Modelo Xtend, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan [2].

**Figura 4** – Modelo Biomega, desenvolvido em alumínio para utilização em terrenos acidentados [3].

**Figura 5** – Modelo Fluida, desenvolvido pelo designer Isao Osoe, demonstra as novas preocupações e novos temas de trabalho que giram à volta da bicicleta. Esta proposta é uma reflexão sobre as actuais condições da circulação dentro dos perímetros urbanos, pretendendo ser uma forma de convidar as populações a utilizar outras formas de transporte alternativos, como forma a melhorar a mobilidade dentro das cidades [4].

**Figura 6** – Modelo de bicicleta eléctrica, destinado à utilização em tráfego urbano. Modelo desenvolvido para fazer face aos problemas de trânsito nas cidades. A motorização da bicicleta permite ultrapassar com maior facilidade terrenos mais inclinados ou ajudar aquando o cansaço não permite pedalar [5].

**Figura 7** – Modelo ETSX – 70, desenvolvido recorrendo à tecnologia empregue nos automóveis de competição da Fórmula 1. Com o quadro em alumínio, este modelo, utiliza suspensões traseiras baseadas no mesmo princípio das suspensões dos automóveis de competição F1 [6].

**Figura 8** – Modelo Antelope de todo-o-terreno, apresentado no concurso de 1996 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 9** – Modelo Waif concebido na sua totalidade em plástico. Apresentado no concurso de 1998 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 10** – Modelo Relax, apresentado no concurso de 2001 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 11** – Modelo Yak, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 12** – Modelo City Glider, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 13** – Modelo Egypt, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 14** – Modelo Freshwend, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria da especializada de Taiwan [7].

**Figura 15** – Modelo Orangenius, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 16** – Modelo Pretty, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 17** – Modelo de bicicleta inclinada Raptor, apresentado no concurso de 1999 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 18** – Modelo de bicicleta inclinada Soft Bike, apresentado no concurso de 1997 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 19** – Modelo Leonardo, apresentado no concurso de 1999 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

**Figura 20** – Modelo Mantis accionado electricamente. Este modelo foi pensado para as deslocações dentro da cidade, permitindo rebater para arrumar [8].

**Figura 21** – Trotinete eléctrica accionada com o baloiçar do corpo no sentido do movimento que se pretende efectuar [9].

## CAPITULO 7 | Proposta

---

**Figura 1** – A bicicleta como uma ponte, que une dois espaços distintos: a origem e o destino [1].

**Figura 2** – A adequada adaptação entre bicicleta e ciclista. A bicicleta correspondente “à medida do seu utilizador” [2].

**Figura 3** – O aproveitamento de espaço, rentabilizando recursos. A bicicleta como interprete das novas necessidades [3].

**Figura 4** – O congestionamento dos espaços de circulação e a forma como a bicicleta poderá ser uma das várias soluções a minimizar o efeito da superlotação das vias de circulação [4].

**Figura 5** – Os espaços de carga nos transportes cada vez menores, com a necessidade de serem cada vez mais aproveitados. A bicicleta como forma de resposta a essas necessidades [5].

**Figura 6** – PROPOSTA 1 – Modelo de bicicleta extensível, adaptando-se a vários tamanhos. Recolhida a bicicleta permite a utilização de crianças. Um sistema de dobragem, juntamente com a capacidade telescópica permite que seja compactada facilitando o seu transporte em pequenos espaços de carga, quer seja na mala de um carro, quer seja num meio de transporte público. O seu reduzido tamanho e a utilização de rodas de pequeno diâmetro facilitam a utilização na complicada circulação urbana. Ergonomicamente, a posição do ciclista mantém a mesma postura da bicicleta tradicional. A analogia à ponte permite uma estrutura visualmente simplificada e compreensível. Rodas de 16 polegadas e acessórios standardizados [6].

**Figura 7** – PROPOSTA 2 (1ª versão) – Bicicleta extensível, baseada em tecnologia normalmente utilizada na concepção da bicicleta tradicional recorrendo a tubos de secção circular. Tal como a primeira proposta, permite a dobragem e a compactação da estrutura para facilitar o seu transporte. Ergonomicamente idêntica à bicicleta

tradicional. O sistema de direcção baseado numa coluna de direcção extensível e inclinável, para permitir compactar toda a estrutura. Pequenas dimensões facilitam a sua utilização no tráfego urbano. Rodas de 16 polegadas e acessórios estandardizados [6].

**Figura 8 – PROPOSTA 2 (2ª versão)** – Proposta idêntica à segunda, apenas mantendo constante os ângulos do quadro, mesmo quando o tubo central for recolhido [6].

**Figura 9 – PROPOSTA 2 (3ª versão)** – Idêntica à segunda proposta, apenas varia no sistema de direcção e no tubo de selim. A direcção de coluna dupla permite a compactação da estrutura baseada num sistema telescópico de recolha da direcção. O tubo de selim ao ser descentrado relativamente ao eixo do centro pedaleiro permite uma maior recolha do tubo de selim [6].

**Figura 10 – PROPOSTA 3 (1ª versão)** – Bicicleta extensível, baseada na simplificação estrutural, com quadro telescópico, direcção e selim retrateis. Sistema de direcção de coluna de um tubo. A utilização de um sistema de dobradiça permite acondicionar melhor a bicicleta. A facilidade de transporte é conseguida pela possibilidade de compactar a estrutura e pela pega resultante do pequeno espaço de carga criado. A pequena dimensão facilita a sua utilização no tráfego citadino. Rodas de 16 polegadas e acessórios estandardizados [6].

**Figura 11 – PROPOSTA 3 (2ª versão)** – Proposta idêntica à 1ª versão, variando o sistema de direcção (duplo tubo de coluna) e o sistema de selim suspenso (consola) [6].

**Figura 12 – PROPOSTA 4** – Bicicleta para circulação urbana, explorando uma imagem mais robusta, mais apelativa a todo-o-terreno. Estrutura telescópica. Direcção baseada em duplo tubo de coluna retráctil. Sistema de selim suspenso (consola). As reduzidas dimensões facilitam a utilização urbana. Rodas de 16 polegadas e acessórios estandardizados [6].

**Figura 13 – PROPOSTA 5** – Bicicleta extensível com quadro telescópico. Sistema de direcção e tubo de selim com sistema telescópico. Pequeno espaço de carga com função de pega para quando o quadro estiver totalmente compactado, facilitando o seu transporte. De pequenas dimensões, roda 16 polegadas, para a melhor circulação urbana. Acessórios estandardizados

**Figura 14 – PROPOSTA 6** – Bicicleta extensível com quadro telescópico e rebatível para regular altura de selim. Selim suspenso (consola) e sistema de direcção retráctil. Utilização urbana facilitada pelas reduzidas dimensões do veículo. O sistema de dobradiça permite ao quadro melhor compactação para arrumos e transporte. Roda de 16 polegadas e utilização de acessórios estandardizados [6].

**Figura 15 – PROPOSTA 7** – Bicicleta extensível com quadro em sistema telescópico e rebatível. Sistema de direcção retráctil e sistema de regulação de selim telescópico. A simplificação estrutural pretende ser uma imagem directa do conceito de ponte. Pega para transporte da bicicleta. Roda de 16 polegadas e acessórios estandardizados [6].

**Figura 16 – PROPOSTA 8** – Bicicleta extensível, com quadro telescópico e rebatível. Sistema de direcção retráctil. Selim suspenso e regulável pela inclinação do tubo diagonal superior e pela regulação do espigão de selim. A tentativa de explorar a simplicidade estrutural de algumas pontes foi aplicada no intuito de adequar, em termos de dimensões, a bicicleta ao tráfego citadino. Rodas de 16 polegadas e acessórios estandardizados [6].

**Figura 17 – PROPOSTA 9** – Bicicleta extensível. Quadro extensível e rebatível permitindo adequar em termos ergonómicos a bicicleta ao seu utilizador. O sistema de direcção é incorporado no quadro permitindo com isso regular o comprimento do quadro e ajustar as medidas para o tronco, tal como acontece com a regulação da cota de selim, com repercussões directas na altura da bicicleta. Apesar da maior complexidade deste sistema, esta solução permite incluir num só tubo do quadro ambos sistemas, o de direcção e o de regulação da cota de selim.

**Figuras 18A e 18 B** – Maqueta de estudo e análise de uma das soluções desenvolvidas. Maqueta em plátex e balsa.

**Figuras 19A e 19B** – Maqueta de estudo e análise de uma das soluções desenvolvidas. Maqueta construída em cartão pluma, plátex, balsa e arame.

**Figuras 20A e 20B** – Maqueta de estudo e análise da proposta de projecto desenvolvida. Maqueta em poliestireno e balsa.

**Figura 21** – Imagem da modelação parcial do quadro da bicicleta projectada para crianças.

**Figura 22** – Desenho do modelo para criança que serviu para desenvolver o modelo em termos formais, recorrendo para o efeito à aplicação informática AutoCad 2002.

**Figura 23** – Desenho do modelo para adulto que serviu para desenvolver o modelo em termos formais e funcionais, recorrendo para o efeito à aplicação informática AutoCad 2002.

**Figura 24** – Imagem lateral da bicicleta para crianças.

**Figura 25** – Perspectiva lateral esquerda da Bicicleta para crianças.

**Figura 26** – Perspectiva lateral direita da bicicleta para crianças.

**Figura 27** – Perspectiva traseira da bicicleta para crianças.

**Figura 28** – Pormenor da roda traseira, travões e crenques.

**Figura 29** – Pormenor da frente da bicicleta, centro pedaleiro e travão da bicicleta para crianças.

**Figura 30** – Processo de maquinagem de espuma de poliuretano recorrendo ao sistema de CAM Powermill. As peças, são obtidas (neste caso a forqueta) recorrendo a blocos de poliuretano maquinados de forma a obter a forma final da peça. O quadro foi seccionado em várias peças de modo a conseguir a sua execução dentro das capacidades da máquina.

**Figura 31** – Blocos de poliuretano prontos para serem maquinados, juntamente com duas partes já executadas.

**Figura 32** – Conjunto de todos os blocos de poliuretano já maquinados, deixando antever o resultado final a obter.

**Figura 33** – Imagem de uma das fases da construção da estrutura suporte do "corpo" da bicicleta, executada em chapa e tubos de aço, sendo soldada a TIG e a brazagem.

**Figura 34** – Imagem da fase final da construção da estrutura. A estrutura após ter sido soldada, foi submetida a um tratamento de decapagem com jacto de limalha de aço.

**Figura 35** – Fase de colocação e colagem dos elementos em poliuretano na estrutura metálica construída, obtendo a forma final do quadro da bicicleta.

**Figura 36** – Imagem do quadro montado após colagem dos elementos de poliuretano.

**Figura 37** – Imagem da fase de montagem de alguns componentes no quadro para verificar a existência de correcções a executar.

**Figura 38** – Imagem lateral do protótipo de bicicleta para criança montado com todos os seus acessórios em funcionamento.

**Figura 39** – Imagem de pormenor da dobradiça do protótipo de bicicleta para criança.

**Figura 40** – Imagem lateral do protótipo de bicicleta para criança montado com todos os seus acessórios em funcionamento.

## **Listagem de tabelas**

### **CAPITULO 4 | Materiais**

---

**Tabela 1** – Propriedades e composição química de diferentes aços [6].

**Tabela 2** – Propriedades físicas e mecânicas de algumas ligas comerciais [9].

### **CAPITULO 5 | Ergonomia**

---

**Tabela 3** – Tabela que relaciona os valores do entre pernas e os valores entre os quais se poderão definir as restantes medidas a definir na bicicleta [10].

] ...Uma bicicleta de contra-relógio ultra leve e aerodinâmica, construída para a "Volta à França" com avançados compósitos e uma bicicleta de carga para o transporte de bananas na Nicarágua, construída em aço, podem ambas ser boas máquinas... [.

*Richard Ballantine [1]*

] ... Nenhuma criatura na natureza ou qualquer outro processo mecânico serve como modelo para uma bicicleta. O princípio da propulsão pode ser visto nos primeiros invertebrados como uma lula. A única analogia para a bicicleta que consigo imaginar é a própria vida. Os ecossistemas operam tal como uma bicicleta: em resposta às mudanças ambientais, os elementos de um ecossistema aumentam ou diminuem, movendo constantemente o ecossistema como um buraco de um desequilibrado estado de equilíbrio. Tal como a bicicleta, o movimento é o que mantém um ecossistema estável. Simples e constantes ecossistemas com poucas partes podem ser muito produtivos..., mas são vulneráveis, se um componente é retirado ou danificado, todo o sistema entra em colapso. ...[

*Richard Ballantine [1]*



## **1.1 – História da bicicleta até ao século XX**

A história da bicicleta é caracterizada por alguma indefinição, quer no que concerne à sua fase inicial, quer durante a sua evolução, inclusivamente na história mais recente há teorias ambíguas dos factos inerentes ao veículo em questão.

Durante o processo de investigação, foi comum encontrar diversas teses defendidas por inúmeros autores, que para idêntica análise, desenvolvem perspectivas completamente antagónicas sobre o mesmo assunto. As opiniões manifestadas ao longo deste trabalho estão centradas em teorias maioritariamente defendidas e que possibilitam efectivar um discurso lógico, credível e demonstrativo do percurso que ao longo de toda a sua história este meio de transporte percorreu.

O surgimento da bicicleta está intimamente ligado com uma outra invenção de relevante importância na própria história da humanidade: a descoberta da roda.

A invenção da roda, cerca de 2000/3000 A.C., pode ser interpretada como a condição que permitiu o despoletar de uma variedade de potencialidades que facultaram a evolução do conceito de bicicleta tal como é conhecido nos dias de hoje.

As características da roda possibilitaram ao Homem desenvolver inúmeros utensílios que lhe facilitassem as suas tarefas, no intuito de melhorar as próprias condições de vida.

A aplicação desta primitiva descoberta veio conferir ao ser humano a possibilidade de criar vários mecanismos e equipamentos destinados, entre outros, à transformação de alimentos, como o caso da mó, rentabilizar recursos naturais para seu proveito, como o caso dos moinhos ou das noras, ou até desenvolver formas de transporte para a deslocação de pessoas e bens.

Os primeiros meios de transporte que faziam uso da roda, faziam uso da força animal para mover o veículo, o que implicava tornar o utilizador dependente das características, condições, e disponibilidade destes para poder activar o transporte.

A sequência lógica manifestou-se, por parte do Homem, no desenvolvimento de um meio de transporte que fosse autónomo relativamente ao recurso a animais para fazer movimentar o veículo. Alguns documentos relatam que mesmo antes do Homem conceber a máquina a vapor, já havia procurado desenvolver um veículo que recorresse à força humana como força motriz do transporte, tal como refere Alves Barbosa, num texto não editado pela Federação Portuguesa de Ciclismo] ...já no século XII, o filósofo inglês Roger Bacon profetizava que um dia seriam criados carros que se poriam em andamento e se movimentariam sem a intervenção da força de um cavalo, ou de qualquer outro animal de tracção ...[.

Após uma visita efectuada à China, um jesuíta italiano de nome Frei Ricius, confirmaria a existência naquelas terras orientais de um estranho dispositivo semelhante às então conhecidas charretes, mas cujo movimento derivava do accionamento de alavancas manejadas pelo próprio condutor.

Na Europa, a primeira referência sobre o aparecimento de um veículo análogo surgiria por intermédio do Dr. Eric Richard, em França, no ano de 1690, através de uma proposta cuja locomoção recorria a alavancas manuais. Jaques Ozanom, matemático, desenvolveria as capacidades desta inovadora proposta, modificando a interactividade que segundo a sua proposta passava a ser efectuada com os pés. [2]

O facto de começarem a surgir inúmeros veículos de quatro rodas accionados pelos pés, vem conferir uma certa indefinição no que concerne às origens da bicicleta, tal como infere Robin Roy, reportando-se à tese defendida por Roberts em 1991. [3]

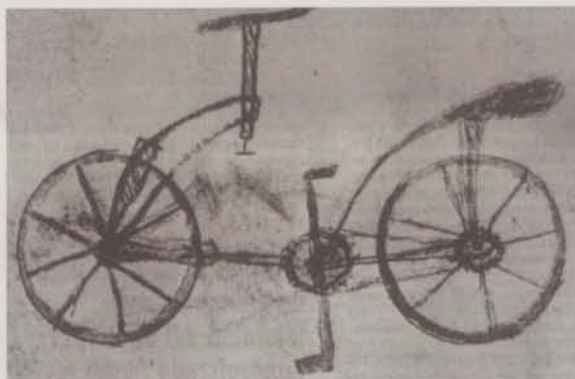
O aprofundamento de alguns estudos efectuados levou a que fossem descobertas referências a veículos de duas rodas, mencionados em vários documentos, pinturas e inclusivamente em hieróglifos do tempo de Ramsés II. É reconhecida a figura existente num vitral de uma igreja construída em 1642, em Stock Poges, Bucking Hamshire, Inglaterra, com referências a um

veículo de duas rodas alinhadas cuja aparência se identifica com um cavalo-marinho transportando no seu dorso um anjo. Não é no entanto conhecido se consiste apenas numa manifestação artística ou se é um registo de um elemento observável naquela época.

Investigações desenvolvidas mais recentemente pelo professor Piccus da Universidade de Massachusets reclamam como sendo a referência mais antiga sobre o que viria a ser a bicicleta, os desenhos efectuados por Leonardo Da Vinci (1452-1519), que remontam ao ano de 1482 (figuras 1 e 2).

Os estudos elaborados por Leonardo encontram-se inseridos no documento "Codices Atlanticus", de setecentas páginas e que actualmente estão em posse do museu de Madrid [4]. A veracidade destes documentos é, no entanto, posta em causa por Hans-Erhard Lessing, conservador do museu de Manheim, na Alemanha, no ano de 1997, que ao por em causa as origens da bicicleta vem reforçar a ideia já defendida por Roberts sobre a proliferação de ideias relativamente ao princípio daquilo a que se viria a tornar o que hoje denominamos como bicicleta.

Os desenhos existentes no documento do museu madrileno fazem menção a um veículo de transporte pessoal sobre duas rodas alinhadas e cuja propulsão era conseguida pelo utilizador por accionamento de um sistema baseado em manivelas, pedais e engrenagens dentadas, com transmissão efectuada por meio de uma corrente. O interesse destes estudos reside na sua complexidade, atentando à época a que remontam e aos recursos técnicos e materiais característicos dessa mesma época.



**Figura 1 – Esquissos de trabalhos desenvolvidos por Leonardo Da Vinci, incluídos no documento "Códices Atlanticus", actualmente na posse do Museu de Madrid [5].**



**Figura 2 – Modelo em madeira construído com base nos esquissos reconhecidamente pertencentes a Leonardo Da Vinci [5].**

É reconhecido a Leonardo a descoberta do sistema de transmissão por corrente que fazia aplicar em vários inventos por si desenvolvidos, denotando uma capacidade invulgar de pensamento e de resolução de questões muito avançadas para serem executados naquela altura. Porventura alguns conceitos viriam muito mais tarde a ser aplicados com sucesso, como é exemplo o helicóptero, outros porém foram mesmo concretizados na sua época. Por tal, parece-nos que a tese defendida pelo Professor Piccus poderá ser entendida como viável, pois o tipo de soluções encontradas nos desenhos é semelhante aos estudos hoje reconhecidos como pertencentes a Leonardo.

Apesar de reconhecidamente eficazes os estudos de Leonardo Da Vinci não foram concretizados, não havendo conhecimento de qualquer máquina que tenha sido construída naquela época. Os seus conceitos apenas seriam materializados quatro séculos depois, em 1865, quando foram rebuscados para desenvolver um novo conceito de bicicleta, passível de ser executada segundo as condicionantes da nova época.

A materialização dos conceitos que proporcionaram a bicicleta, apareceria segundo Marcelo Afornali [6], no ano de 1761, através da execução de um modelo cuja designação é conhecida por modelo de Kassler. Existe uma representação deste modelo que se encontra patente no Deutsches Museum do Mónaco (figura 3). O modelo era característico por ser uma estrutura em madeira, com um elemento de repouso de mãos e duas rodas alinhadas, idênticas às utilizadas pelas carroças. Este modelo envolve ao seu redor a incerteza das suas origens, como sendo alemã ou francesa que posteriormente teria sido exportado para a Alemanha.

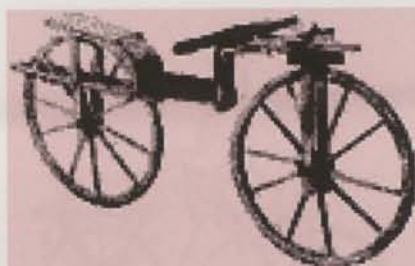


Figura 3 – Modelo de Kassler, um dos primeiros modelos daquilo a que se viria a tornar a bicicleta [7].

Seria anos mais tarde, que o conceito de um meio de transporte de duas rodas movido sem recorrer à tracção animal surgiria por intermédio do conde francês Monsieur de Sivrac. O conde francês desenvolveria e executaria um meio de transporte individual com duas rodas alinhadas, todo em madeira, e que permitia ao Homem movimentar-se mais rapidamente, designando esta nova invenção de Celerífero. [8]

O veículo era composto por uma estrutura simples em madeira a que lhe eram acopladas duas rodas alinhadas, sendo accionado pelo próprio utilizador ao exercer a força com os pés contra o chão alternadamente, impulsionando-o para a frente (figura 4). O modelo, ainda rudimentar, não incluía qualquer tipo de sistema que facilitasse a sua utilização, limitando a sua aplicabilidade na realização de percursos rectilíneos, sendo necessário interromper a marcha para reorientar o modelo.

Algumas menções a este transporte referem as semelhanças formais com animais como os cavalos e outros, numa clara alusão ao tipo de animais que até aí o Homem recorria para fazer movimentar os vários tipos de transportes terrestres.



Figura 4 – Exemplar em madeira de um veículo denominado por Celerífero, cuja forma deriva de inspiração notoriamente biónica [9].

Estava criada o que numa grande parte das referências bibliográficas é reconhecido como o primeiro veículo que originaria a bicicleta.

Numa tentativa de melhorar o desempenho do Celerífero, o barão alemão Karl Friedrich Christian Ludwing Van Sauerbonn Drais (1785-1851) nascido em Baden, na Alemanha, desenvolveria no ano de 1817 o modelo Draisina (figura 5) [10].

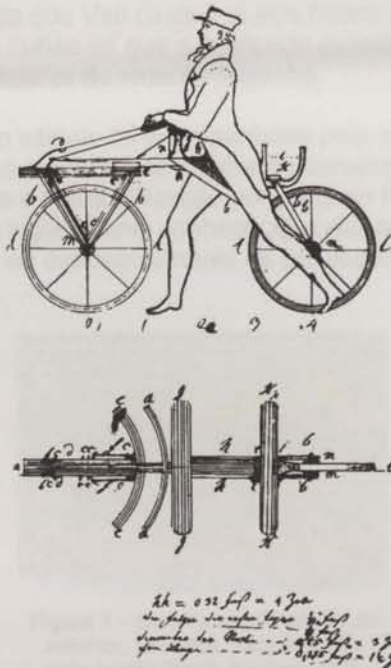


Figura 5 – Ilustração do modelo desenvolvido pelo barão alemão Karl Drais [11].

Tendo por base de desenvolvimento o anterior modelo, Karl Drais, aplicaria um inovador mecanismo que conferiu à nova proposta uma importante e significativa melhoria no que respeita ao controlo, domínio, equilíbrio, e liberdade de utilização do veículo: o sistema de direcção. A implementação deste mecanismo simples foi importante na medida em que veio possibilitar ao seu utilizador uma maior capacidade de movimentação e, sobretudo, ao tornar o veículo mais equilibrado e maneável, aumentava significativamente a segurança de utilização da máquina.

O "Hobbie-horse" (cavalo de diversão), nome como seria reconhecido em Inglaterra, apesar de ser um meio de transporte rápido, era ainda duro e desconfortável, não só porque a transmissão do impacto das vibrações era directa, mas também porque as condições das vias de transporte não eram propícias ao perfeito funcionamento destes modelos ainda tão pouco desenvolvidos (figura 6).



Figura 6 – Ilustração do modo de accionamento do "Hobbie-horse" [12].

As potencialidades deste inovador meio de transporte seriam confirmadas pelas demonstrações de superioridade que Van Drais e outros fariam ao percorrer distâncias em tempos substancialmente mais curtos do que o verificado quando efectuado a pé, demonstrando a viabilidade funcional do recente engenho.

A crescente receptividade do veículo foi acompanhada pela introdução de algumas modificações e melhorias, como resultado da análise e intervenção sobre o veículo, no intuito de melhorar o seu desempenho e a sua utilização por parte do Homem. Exemplo disso foram as inovações introduzidas pelo inglês Denis Jonhson, que elaborou um modelo que permitia o reajuste de selim e do controlo da direcção através de um suporte de direcção (figura 7).

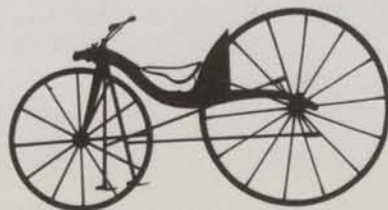


Figura 7 – Modelo aperfeiçoado do anterior, Draisina, desenvolvido pelo inglês Denis Jonhson [13].

As tentativas de aperfeiçoar este tipo de transporte sucederam-se cabendo a um ferreiro escocês de nome Kirkpatrick MacMillan uma importante evolução: incluiu o primeiro mecanismo de impulso e propulsão num modelo de duas rodas. No ano de 1839, MacMillan desenvolveria o modelo Dalzell, bem diferente dos anteriores até aí desenvolvidos, não só formalmente, mas principalmente pela inovação funcional que possuía ao permitir movimentar o veículo sem necessidade de impulsionar os pés no chão.

Para conseguir impelir a bicicleta, MacMillan desenvolveria um sistema de bielas aplicadas à roda traseira de propulsão e a outra extremidade era fixa ao quadro, sendo activada

movimentando as bases de colocação dos pés no sentido descendente e para a frente (figura 8). Esta inovação, apesar de libertar os pés do solo, era algo complexa, sendo de muito difícil coordenação motora para poder movimentar o sistema e conseqüente controlo do veículo.



**Figura 8 – Modelo de MacMillan, possuindo um sistema de accionamento baseado em bielas que permitiam, pela primeira vez, o movimento do veículo sem impulsionar os pés contra o solo [14].**

A evolução patrocinada por Patrick MacMillan, seria de enorme relevância na história da bicicleta, pois pela primeira vez a bicicleta tinha a possibilidade de evoluir no sentido da autonomia, como referiria José Maria Marques "...A partir daí foram criadas as condições necessárias para que o Homem se movimentasse pelos seus próprios meios a uma velocidade superior ao passo normal. ..." [15]. Pensamos que o conhecimento que MacMillan possuía sobre os metais, por fazerem parte da sua actividade principal, foi preponderante ao permitir a este efectuar uma proposta de cariz funcional baseada na aplicação de duas bielas metálicas para activar todo o mecanismo.

O desenvolvimento de mecanismos para movimentar o veículo permite que, entre 1852 e 1853, surja a aplicação de pedais e crenques directamente à roda dianteira, alterando a roda propulsora, passando agora a ser efectuada à frente.

Apoiando-se neste novo conceito como base de trabalho, emerge em França, no ano de 1855, por intermédio do francês Pierre Lallement, o modelo que viria a ser o precursor da bicicleta moderna: o modelo designado de Velocípede.

A proposta de Lallement era semelhante à anteriormente executada pelo barão Von Drais, diferenciando-se sobretudo pela inclusão de um mecanismo extremamente simples de pedais e crenques anexados à roda da frente, que nesta nova proposta assume dimensões ligeiramente superiores à roda traseira.

A sua estrutura e as rodas eram em madeira, como nos anteriores modelos, com algumas resoluções técnicas derivadas das então aplicadas nos coches, como as rodas. Estas, sendo construídas em madeira, tinham na face de contacto com o solo uma banda em ferro a toda a volta, como utilizado nas carroças, nos cascos dos cavalos e mesmo hoje nos veículos contemporâneos com os pneus, quando o desgaste era evidente podia-se substituir a faixa metálica por outra nova. Esta solução técnica adoptada era extremamente dura pela ausência de um qualquer mecanismo amortecedor, não conseguindo absorver as irregularidades do piso característico das vias da altura em paralelepípedo de pedra, provocando na bicicleta alguma instabilidade e desconforto. Este veículo pelas características supram citadas ficaria reconhecido pelo nome de "Boneshaker", ou seja "Agitador de Ossos", pois o seu utilizador era constantemente balançado e agitado causando uma sensação desgastante e desconfortável (figura 9).



**Figura 9 – Modelo de Velocípede existente actualmente, onde predominam as duas rodas de diferentes diâmetros e a estrutura principal de forma simples [16].**

O impacto deste evento tinha ganho adeptos e a aristocracia da altura é frequentemente vista em Paris usufruindo e brincando com o veículo. A voga do velocípede foi espalhada de tal forma que os responsáveis parisienses foram obrigados a criar vias dentro dos parques para a nova moda. De repente, o ciclismo granjeava o estatuto de actividade socialmente correcta.

A evolução que este tipo de transporte tinha atingido resultaria num grande sucesso, verificado na proliferação e aceitação por parte da sociedade, principalmente das sociedades francesa, inglesa e americana, o que foi interpretado por uma família francesa como sendo uma boa oportunidade comercial. Esta conjugação deu início à criação daquela que é reconhecida como a primeira unidade fabril destinada à construção de bicicletas: a Michaux et Cie.

A Michaux et Cie fazendo aplicação de todo o seu sentido comercial, desenvolveu uma política de marketing e qualidade ao redor da empresa, onde os produtos que eram comercializados pela fábrica denotavam grande preocupação qualitativa, através da aplicação de ferro na sua estrutura e de outros refinamentos que compunham os seus modelos, como o ferro polido e guiadores de marfim.

O modelo (figura 10) que sairia da produção da empresa Michaux et Cie seria identificado como Michauline, ou bicicleta-Michaux, tornando-se o primeiro veículo de duas rodas a ser produzido numa escala mais alargada, atingindo no ano de 1862 a construção de 142 exemplares. Os números alcançados pela empresa demonstraram a viabilidade económica deste nicho de mercado, influenciando o despoletar da indústria velocipédica no ano seguinte, principalmente o foco surgido na cidade francesa de Paris.



Figura 10 – Ilustração de Michaux junto de um dos veículos por si produzidos [17].

Nesta fase, a proliferação da indústria de bicicletas em terras gaulesas conferia à França a liderança mundial no design de bicicletas.

Sempre numa perspectiva de melhorar as características do veículo, principalmente de velocidade e conforto, os construtores desenvolveram melhorias significativas nos componentes, especialmente nas rodas, permitindo construir modelos mais leves, mais rápidos e mais confortáveis.

A nova indústria era manifestamente um êxito, com um grande potencial económico, o que permitiu organizar naquela época uma exposição de velocípedes, justamente no pólo de maior desenvolvimento desta indústria: Paris. Ocorreria neste evento a apresentação de uma importante inovação no funcionamento das bicicletas, a aplicação do sistema de esferas nos eixos das rodas, o que permitia ao veículo deslizar mais facilmente. A exposição foi aproveitada ao mesmo tempo para lançar mais algumas inovações que incidiam na melhoria das condições de utilização dos velocípedes, tais como bandas em borracha maciça para a área de contacto entre o aro e o piso, em substituição das bandas metálicas então utilizadas, e o aparecimento de aros metálicos.

A absorção das vibrações era até então quase inexistente, o impacto provocado pela irregularidade do piso era directamente transmitido ao ciclista pela dureza dos materiais aplicados. O surgimento no ano de 1868 de raios metálicos ligeiramente flexíveis proporcionou a obtenção de uma roda bem mais leve e, principalmente, com maior poder de absorção das irregularidades do pavimento.

Posteriormente, o tipo de enraiação resultaria numa solução de estrutura triangular e até de estrutura de enraiação tangencial, mantendo o cruzamento anterior. Este sistema desenvolvido em 1874 por James Starley não teria concorrência até ao ano de 1980, ano em que surgiram novos desenhos possíveis de executar graças à utilização de novos materiais, como os compósitos de carbono, aplicados primeiramente em rodas lenticulares.

A evolução de novos modelos e novos conceitos tem em 1870 uma nova era, com o despoletar de uma nova e revolucionária bicicleta que, tendo como primazia o aumento de velocidade e conforto, vem dar um melhorado contributo no desempenho deste meio de transporte.

James Starley, em parceria com William Hillman, desenvolveriam uma bicicleta com a designação de Ariel, mas que pela sua particularidade formal seria denominada como "Bicicleta de Roda Alta" ou como "Grande Bi" (figuras 11 e 12).

Esta proposta, como se depreende pelo nome, tinha como particular característica as grandes proporções da sua roda de tracção, a dianteira. Estas exageradas dimensões permitiam à bicicleta ultrapassar melhor as irregularidades do piso, o que resultava num maior conforto para o seu utilizador, ao mesmo tempo que o maior diâmetro da roda de propulsão,

permitia com uma única pedalada percorrer maior distância, ou seja, com a mesma cadência de pedalada atingir maior velocidade.

Explorando esta nova filosofia, novas versões foram sucedendo de forma sequencial, com o aumentar da roda da frente até atingir as proporções limitadas pelo comprimento de perna do ciclista, ficando conhecida como sendo a roda mais alta produzida na época um exemplar com 1520 milímetros.



**Figura 11 – Modelo Ariel com a roda da frente de exageradas dimensões, possibilitando uma melhor rentabilidade da pedalada [18].**

O aumento significativo das medidas da roda permitiam melhores desempenhos, mas no capítulo da segurança tornava a bicicleta perigosa ao afastá-la cada vez mais do contacto com o solo. A altura em que o ciclista era colocado, juntamente com a sua posição sobre a parte da frente, conferia alguma instabilidade pela facilidade com que se perdia o equilíbrio e domínio da bicicleta (figura 12). Um pequeno animal ou obstáculo, ou se a activação do sistema de travagem tipo colher sobre a roda dianteira fosse um pouco mais brusco, eram razões suficientes para fazer cair o ciclista. Além disso, a necessidade de desmontar ou percorrer artérias em sentido descendente, tornava-se extremamente complicado pela distância ao solo e pela dificuldade em acompanhar o ritmo exigido pela roda quando lançada.



**Figura 12 – A posição que o ciclista adoptava em cima do modelo Ariel, apesar de melhorar a pedalada, era manifestamente incómodo e perigoso [19].**

Pensamos que uma outra desvantagem relativamente a execução deste modelo é o factor produtivo, pois a vertente ergonómica tinha implicações directas na concepção da estrutura e dos componentes da bicicleta, sendo construído o modelo consoante o comprimento de perna,

implicava em termos produtivos a necessidade de uma grande capacidade para produzir diferentes bicicletas.

O modelo Ariel é considerado um marco importante na história da bicicleta pelas inovações introduzidas, tais como a utilização de outras estruturas mais leves como o tubo de ferro, a aplicação do sistema de enraiação tangencial e a utilização de esferas nos eixos dos cubos das rodas, podendo-se afirmar que a bicicleta começava a ganhar contornos de um meio de transporte bem interessante pelo desempenho que já conseguia obter. Justificando a afirmação, é o êxito do modelo em questão que teve perante o mercado, mantendo-se em produção durante dez anos numa fase em que os construtores se mantinham muito activos.

Entre o aparecimento de novos modelos surgiam novas propostas de componentes no sentido de aperfeiçoar as soluções técnicas até aí empregues. Por intermédio de Truffault, aparece no ano de 1875, uma intervenção feita sobre os aros das rodas, evoluindo um novo design de aro côncavo na área de contacto entre a banda de borracha e o aro. Supomos que tal alteração tenha decorrido da constatação de alguns problemas surgidos pela fraca ligação entre estes dois acessórios, principalmente em curva ou bruscas mudanças de direcção. A solução encontrada seria aproveitada posteriormente, no início do século XX, para desenvolver um novo tipo de pneumáticos, os *boyaux*, e que perdura até hoje, principalmente aplicada em bicicletas onde é necessário obter elevados desempenhos.

A indústria começa a ser ocupada com a produção destes veículos de duas rodas, necessitando para o efeito de uma especialização e uma ocupação permanente para dar resposta às solicitações do mercado. Por outro lado, a especificação deste tipo de indústria implicou que fossem evoluídas novas propostas que permitissem ao conceito de bicicleta ser melhorado até atingir um patamar de desenvolvimento eficaz e satisfatório, permitindo a autonomia dessa mesma indústria.

Algumas alterações seriam introduzidas por Singer no modelo Xtraordinary, muito idêntico ao modelo Ariel, melhorando a ergonomia do modelo ao possibilitar o reajuste do selim através de um sistema tipo corredeira, e o aumento dos crenques (figura 13). O aumento dos crenques permitia rentabilizar a força utilizada por pedalada e influenciava também na colocação do ciclista, que ao ver a sua posição mais para trás via melhorada a estabilidade da bicicleta.

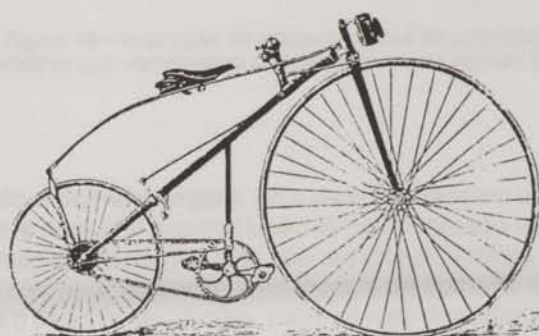


Figura 13 – Modelo Xtraordinary, muito semelhante ao seu antecessor, diferenciando-se pelo aumento do tamanho dos crenques e pela possibilidade introduzida de poder reajustar o selim consoante as medidas do ciclista [20].

A proliferação de inúmeras soluções para este tipo de transporte vêm confirmar a existência de duas correntes de pensamento: uma que defendia a tracção anexada à roda dianteira, empregue em quase todos os modelos produzidos até à altura; e uma outra que defendia a tracção à roda traseira, esta aplicada no modelo desenvolvido por MacMillan.

Se até aqui as propostas eram maioritariamente de tracção dianteira, é nesta fase que se começam a desenvolver propostas de tracção à roda de trás, baseada nos primitivos conceitos elaborados por Leonardo Da Vinci no século XV. São conhecidos alguns estudos e desenvolvimentos elaborados por Sergeant em 1865, Meyer em 1868 e principalmente Starley em 1879, mas como menciona Alves Barbosa "...Mau grado esses testemunhos é o parisiense Vincent que é dado como o primeiro e efectivo criador do sistema de locomoção à roda traseira, em 1880..." [21]. No entanto, segundo Robin Roy [22], já no ano de 1879 seria concebido um modelo cuja propulsão era efectuada sobre a roda traseira, utilizando um sistema de transmissão por corrente, modelo esse desenvolvido por H. J. Lawson.

O modelo de Lawson que seria conhecido como *Bicyclette*, faria uso de um mecanismo multiplicador de pedalada, mas mantendo algumas semelhanças formais pela maior proporção da roda dianteira em detrimento da traseira, o que segundo a nossa opinião não se tornava nada benéfico em termos ergonómicos, de maneabilidade, de desempenho e até mesmo esteticamente, não favorecendo o referido invento. Para além do mais, o mesmo estava formalmente ligado a estereótipos resultantes dos modelos anteriores cuja roda da frente era de grandes proporções (figura 14).



**Figura 14 – Modelo desenvolvido por H. J. Lawson, designado de *Bicyclette*. Este modelo mantém a diferença de tamanho entre a roda da frente e a roda traseira, inovando no sistema de transmissão de forças à roda de tracção, fazendo-o por meio de uma corrente metálica de elos [22].**

Defendendo uma outra vertente da roda da frente como a roda de tracção, foi aplicado o mecanismo de transmissão por corrente a este conceito, resultando num novo modelo datado de 1883 e que seria desenvolvido por William Hillman. O modelo designado de Kangaroo, foi um marco importante até atingir o que ficaria reconhecido como a bicicleta segura, sendo considerado por Robin Roy como a primeira aproximação a tal. No entanto, parece-nos mais aproximado do conceito que depois viria a ser conhecido por bicicleta segura, o modelo de Lawson, pois pelas suas características físicas e funcionais parece ser o que mais perto se encontra da funcionalidade e estética da bicicleta segura.

Se Singer havia utilizado, no modelo Xtraordinary, um sistema de alavancas e crenques para poder melhorar a relação força aplicada/velocidade, Hillman aprofundaria esse mesmo conceito empregando para o efeito um sistema mecânico básico de multiplicação de forças. Para isso, recorreu à utilização de rodas dentadas fixas ao sistema de crenques e pedais, e na outra extremidade à roda dentada fixa ao cubo da roda propulsora, sendo ligados por um sistema de transmissão por corrente (figura 15). Esta aplicação era ainda muito directa, não havendo ainda grande variação do número de dentes entre as rodas dentadas aplicadas.

A *Bicyclette* provou a superioridade deste sistema relativamente a outras bicicletas existentes, isto apesar de ser reconhecida a necessidade de desenvolver e melhorar alguns aspectos como a segurança, o funcionamento e a ergonomia. A *bicyclette* deu origem a algumas propostas que consistiam na modificação estrutural do quadro para melhorar o seu desempenho, emergindo algumas soluções baseadas em quadros em forma de cruz (figura 16).

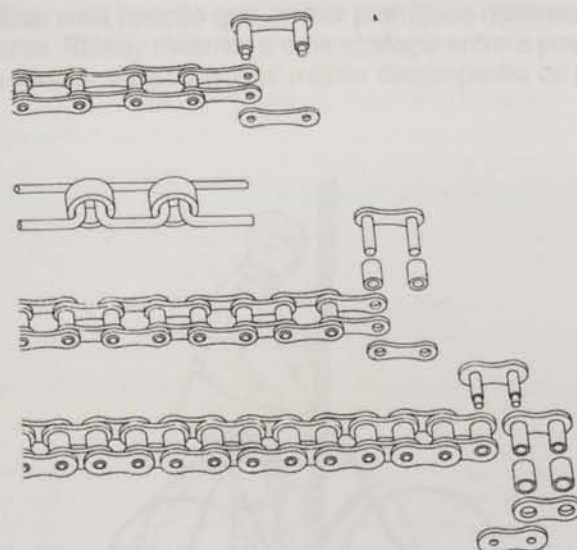


Figura 15 – Ilustração de vários modelos de correntes metálicas que viabilizavam o accionamento do veículo [23].

Uma outra aproximação à bicicleta segura, foi o desenvolvimento da corrente de transmissão (figura 16) que devido à sua evolução se havia tornado num elemento robusto e eficaz, capaz de concretizar as alterações com que surgiria a bicicleta posterior. Hans Renold em 1880, determinaria a composição deste novo modelo de corrente que baseado em pequenos rolos facilitava o movimento circular entre os elos do sistema.

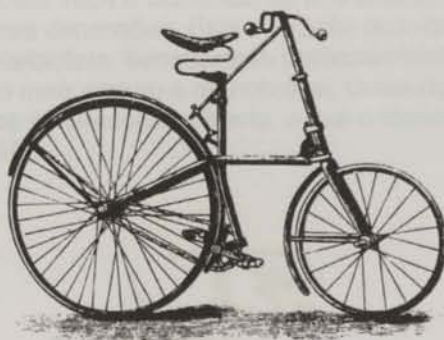


Figura 16 – Modelo de bicicleta com o quadro em forma de cruz [22].

A bicicleta segura "amadureceria" ao evoluir três versões sucessivas de um novo e importante veículo concebido pelo neto de Starley, entretanto falecido, e pelo sócio Sutton, denominando esta nova criação de Rover. A bicicleta Rover surge assim após três décadas, onde o desenvolvimento dos componentes foi enorme. O próprio modelo inicial sob a forma de protótipo foi alvo de importantes e profundas alterações até atingir o patamar qualitativo do modelo do ano de 1885.

John Kemp Starley conseguiu criar condições de resposta melhorada nalgumas vertentes que os anteriores modelos não conseguiram satisfazer. Assim, para o desenvolvimento desta nova bicicleta foram equacionados factores como a segurança, diminuindo a distância do ciclista ao chão; controlo da velocidade de pedalada e os factores ergonómicos, podendo ajustar a altura e posição do selim, o que facilitava a aplicação de maior força com menor fadiga.

Como forma a identificar uma posição que melhor permitisse desenvolver o máximo de força com os membros inferiores, Starley recorreu a uma analogia entre a posição de subir a um escadote e a posição a adoptar para conseguir melhor desempenho de pedalada (figura 17).



Figura 17 – Esquema de demonstração da forma encontrada ideal para pedalar. Foi a partir desta posição do ciclista que se conseguiria desenvolver o modelo de bicicleta “Rover” [24].

O primeiro protótipo surge em 1884 e diferencia-se dos anteriores por possuir rodas de tamanho idêntico e de menores dimensões. Esta alteração possibilitou rebaixar o centro de gravidade do binómio bicicleta/ciclista, beneficiando particularmente a estabilidade do veículo e por consequência tornando-o mais seguro e manobrável. O resultado, formalmente pouco elegante, possuía um sistema de direcção indirecta, o que o tornava a orientação da bicicleta um pouco complexa (figura 18).



Figura 18 – Primeiro protótipo do modelo Rover inicial. A simplicidade formal e o sistema de direcção indirecta são apanágio desta versão [24].

Somente na terceira versão da bicicleta Rover é que Starley iria conseguir tornar a proposta elegante, resultado conseguido pela configuração do quadro e do sistema de direcção directa composto por uma forqueta inclinada, aplicado à roda da frente.

A bicicleta Rover (figura 18), pelo seu conceito, pelo seu desempenho, pela definição da sua estrutura é a versão que mais se aproximou ao actual conceito de bicicleta tal como conhecemos hoje. A partir deste modelo, as intervenções e alterações efectuadas foram quase sempre sobre os vários componentes da bicicleta, e mesmo as transformações à estrutura mantiveram sempre a relação existente entre os vários pontos importantes do veículo. As propostas que depois surgiram confirmaram a relação existente entre os três pontos de apoio da bicicleta, como sejam as mãos, os pés e o assento, mantendo no seu funcionamento a relação estrutura – rodas.



Figura 19 – Modelo “Rover” com o quadro de tubos curvilíneos [24].

A bicicleta de corrente provocou a liberalização da movimentação e da individualidade, inclusive com repercussões na possibilidade de utilização por parte do público feminino. A nova configuração de quadro permitiu uma versão para as senhoras, que até aqui se viam impedidas de utilizar a bicicleta por usarem volumosas vestimentas, comuns à época (figura 20).



Figura 20 – Ilustração e foto de modelo de bicicleta destinado a um público feminino. O tubo horizontal curvo permite entrar e sair da bicicleta mais facilmente, além de permitir pedalar mesmo utilizando longas vestes [25].

A história deste tipo de transporte mostra, sem dúvida, uma enorme resistência à inovação que as propostas mais audazes provocaram por parte de alguns “Velhos do Restelo”, e que ainda hoje são comuns. A título de exemplo pode-se referir as opiniões mais cépticas relativamente à aplicação de materiais compósitos ou outros.

Apesar do nível qualitativo granjeado pela Rover, existiam ainda defensores do anterior modelo, habituados que estavam ao figurino anterior de roda alta e que tão boa aceitação tinha tido. A natural supremacia de argumentos da nova bicicleta foi conquistando espaço e adeptos, propagando-se noutros mercados como o inglês, o europeu continental e americano, não só pelo design, mas também pelas condições comerciais e sociais do culminar do século XIX.

Uma das dificuldades ainda presentes neste veículo era a utilização de borracha maciça nos aros, que não permitiam absorver as vibrações provenientes das irregularidades das vias de circulação.

Em 1888, o veterinário irlandês John Dunlop, sensível à falta de conforto provocado pelo trepidar, aplica à bicicleta o conceito anteriormente desenvolvido pelos irmãos Edouard e André Michelin, que consistia num tubo de borracha fina com uma válvula reguladora do ar interno envolta por uma outra banda de borracha mais resistente, que faria o contacto com o pavimento. O conceito de pneu tal como conhecemos hoje em dia. Numa primeira fase de evolução, a solução técnica encontrada assentava numa fixação do pneu ao aro através de pregos tornando a manutenção e instalação extremamente difícil. Posteriormente, Edouard Michelin patentearia o pneu descartável, facilitando a montagem e desmontagem do pneu. Novamente, esta evolução teria a sua aplicação nas bicicletas (figura 21).

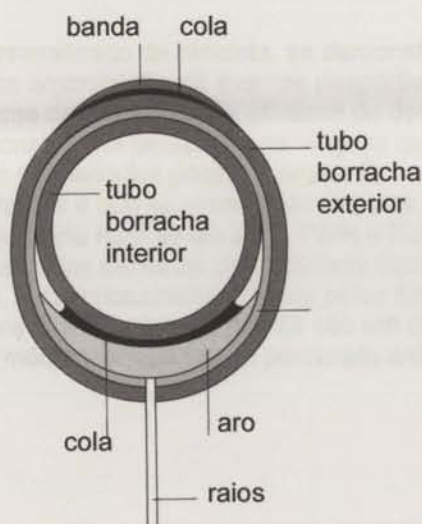


Figura 21 – Ilustração da primeira solução de pneumáticos encontrada para utilização em bicicleta [26].

Com o aparecimento do quadro Humber, em 1890, a bicicleta adquiriria formalmente a configuração que permaneceu ao longo dos tempos. A estrutura do quadro desenvolvido por John Starley seria simplificada utilizando tubos rectilíneos e acrescentando mais um tubo, o tubo do selim. A estrutura triangular deste quadro assemelha-se à forma de um diamante, razão pela qual também é reconhecido como “quadro em forma de diamante”. Pode-se considerar esta estrutura de quadro de grande estabilidade estrutural, razão pela qual perdurou ao longo de todos estes tempos, podendo variar no que se refere a materiais, a pequenos desvios de ângulos de ataque, mas o posicionamento dos três pontos de contacto do ciclista com a bicicleta mantêm-se inalteráveis: o guiador, os pedais e o selim (figura 22).



**Figura 22 – Modelo de quadro Humber baseado no antecessor, simplificando-o através da utilização de tubos rectos e incluindo o tubo de selim. A sua forma baseada em triângulos induziu a que também fosse reconhecido como o quadro em forma de diamante [27].**

Na última década do século XIX, o sucesso da bicicleta está directamente influenciado pela qualidade conceptual que lhe está intrínseca e pelo desenvolvimento dos componentes que tornaram este meio de transporte num meio de viajar eficaz, confortável e socialmente aceitável.

Paralelamente ao sucesso generalizado da bicicleta, as demonstrações das potencialidades deste veículo são canalizadas na organização de eventos desportivos. Desde os primeiros modelos, inclusive a Draisina, uma das formas mais eficazes de demonstrar perante o publico as capacidades do transporte consistiu na realização de viagens que demonstravam as vantagens inerentes à utilização dos veículos postos à prova. É, neste contexto, que surgem competições desportivas importantes e que se mantiveram até aos nossos dias, como a realização da primeira prova efectuada num só dia entre Paris e Roubaix, em 1896 (figura 23A). Outra foi realizada durante várias semanas consecutivas designada de Volta à França, com a primeira edição em 1903, e carinhosamente tratada pelos franceses e amantes da modalidade como o "Tour" (figura 23B). Ambas as provas são um difícil teste não só para os ciclistas, mas também para as "máquinas" que fazem percursos árduos.



**Figura 23 A – Imagem característica de um dos 22 troços em paralelepípedo que constituem esta famosa prova francesa [18].**



Figura 23 B – Imagem da partida da primeira etapa da primeira edição da “Volta à França em Bicicleta” [28].

O público adere massivamente e as demandas pelas bicicletas proporcionam ao mercado velocipédico atingir no ano de 1897 as 830 unidades fabris somente nas principais cidades inglesas. Tornava-se assim no ano de maior fulgor desta indústria específica.

Surge no mesmo ano uma solução técnica de relevante importância: o mecanismo de roda livre que permite ao ciclista não estar dependente da capacidade de acompanhar a rotação imposta anteriormente pela roda propulsora.

Surge, igualmente no ano de 1897, um novo e revolucionário modelo, desenvolvido desde o ano de 1880 pelo designer dinamarquês Mikael Pedersen (figura 24).

A bicicleta de Pedersen, como seria reconhecida, tinha como principal característica o facto da estrutura do quadro ser toda ela construída à base de tubos de diâmetro mais pequeno, formando estruturas triangulares e com um selim original, tecnicamente formado por cordas sob tracção. Este quadro, criado sob os princípios de construção de pontes e torres, tinha o condão de conseguir uma bicicleta leve e teoricamente robusta, se atentarmos unicamente às forças exercidas sobre os componentes.

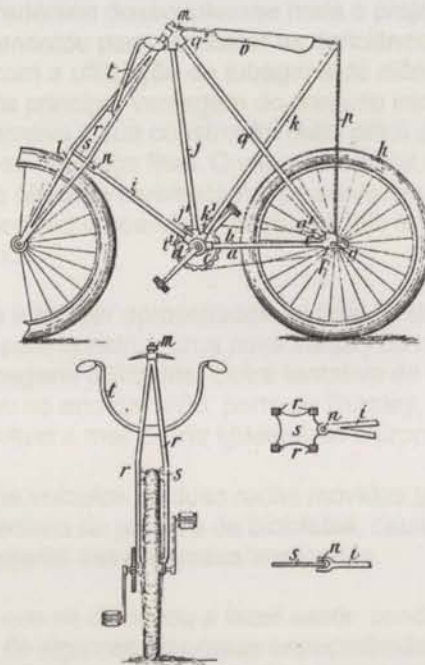


Figura 24 – Ilustração referente a várias vistas do singular modelo de Pedersen [29].

A interpretação da sua principal característica, a leveza, seria aplicada para novas utilizações. Assim, no ano de 1899, a bicicleta de Pedersen é utilizada para fins militares pelo exército britânico, envolvido na Guerra dos Bóeres em território sul-africano. Pela primeira vez, a utilização da bicicleta é feita fora de estrada pelos mensageiros ingleses, que para melhor poderem cumprir as suas tarefas, utilizavam as bicicletas Pedersen numa versão dobrável entretanto desenvolvida (figura 25). Este modelo será porventura a primeira abordagem à possibilidade de conseguir uma bicicleta dobrável e transportável.



Figura 25 – Esquema de rebatimento que permitia a este modelo ser facilmente transportável [30].

Pedersen, convencido da imperfeição do modelo Rover, pensou ter concebido um modelo melhorado, no entanto o projecto viria a ser um insucesso por razões técnicas, comerciais e sociais. Se, teoricamente o projecto aparentava-se adequado, permitindo a obtenção de um quadro leve e forte, cedo se constatou que os esforços de torção sobre a estrutura principal implicavam perdas de estabilidade. Por outro lado, a elegância da estrutura transmitia a ideia de fragilidade, numa sociedade que estava condicionada por estereótipos resultantes doutros modelos já conhecidos. Como resultado destes dois factores, a aceitação no mercado seria limitada, conduzindo a que Pedersen desenvolvesse mais o projecto inicial. As soluções técnicas que Pedersen implementou para combater as deficiências notadas na primeira proposta foram combatidas com a utilização de tubagens de diâmetro maior, o que resultou num aumento considerável da principal vantagem do projecto inicial: o peso. Além disso, a complexidade da estrutura tornava a sua construção mais difícil do que os modelos convencionais, repercutindo-se no preço final. O valor comercial da bicicleta de Pedersen no mercado era igual ao de uma bicicleta convencional de elevada qualidade. Tamanhas contrariedades levaram ao declínio e abandono deste modelo original no ano de 1914, quando a sua produção foi interrompida.

Os conceitos de Pedersen iriam ser aproveitados no final da década de 70 do século XX por um serralheiro dinamarquês para construir uma nova versão do modelo inicial, fazendo uso das novas características das tubagens utilizadas. Outra tentativa de desenvolvimento do anterior conceito de Pedersen ocorreu no ano de 1980, perto de Dursley, na Inglaterra, através de uma pequena firma que desenvolveria e melhoraria igualmente a proposta de Mikael Pedersen.

Após um período áureo dos veículos de duas rodas movidos por força humana, começa no fim de século a sentir-se o declínio da procura de bicicletas, causando grandes alterações na estruturação e política empresarial das empresas implicadas.

Em 1898, a fraca procura que se começou a fazer sentir, conduziu a uma crise no ramo provocando o encerramento de algumas empresas especializadas, outras porém, sobreviveram à custa de inovações que reduziam custos mantendo o mesmo nível qualitativo.

Empresas como a Rover Cycle Company, Humber, Hillman, Singer e BSA diversificaram a sua capacidade produtiva também para outros mercados como o do automóvel e motorizado.

O *know-how* adquirido e desenvolvido ao longo de vários anos na produção de bicicletas foi transportado para a produção de bicicletas e triciclos motorizados, como os modelos desenvolvidos pela Daimler Motor Bicycle (figura 26A) e a Benz Motor Tricycle (figura 26B), propostas mais avançadas às já anteriormente desenvolvidas, como o velocípede com motor de Michaux-Perraux (1869) (figura 26C) e a bicicleta a vapor de Copeland (1894) (figura 26D).

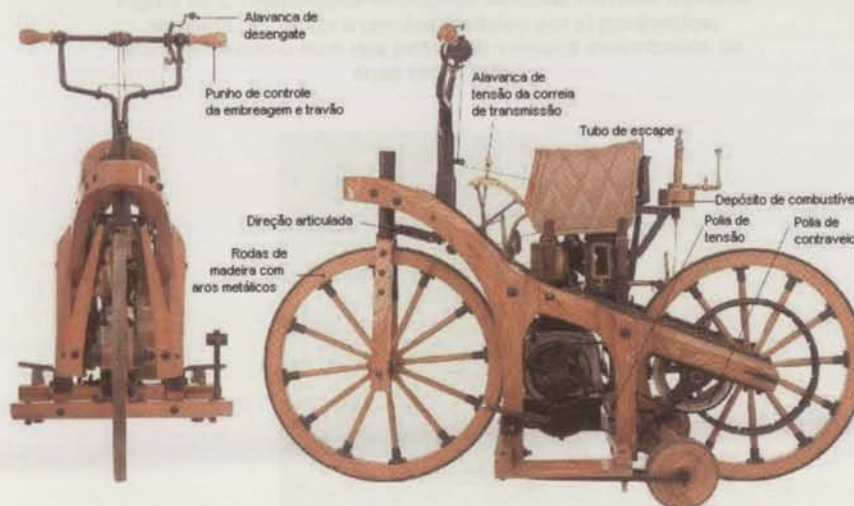


Figura 26A – Motorizada Daimler. Veículo de duas rodas impulsionado por um motor. Para um maior equilíbrio, este modelo incluía duas pequenas rodas laterais em madeira [18].

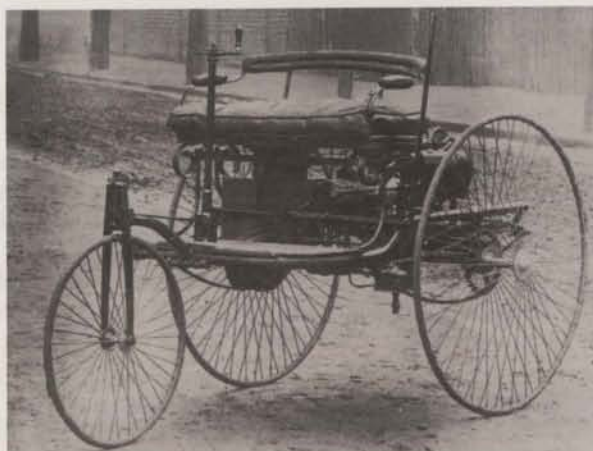
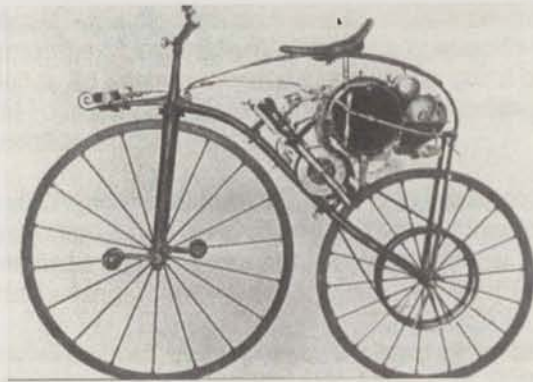


Figura 26B – Moto Benz. Veículo motorizado desenvolvido tendo como base um triciclo [31].



**Figura 26 C - Motorizada-velocipede Michaux Perraux. Michaux anexaria um motor a um dos modelos por si produzidos, transformando-o num dos primeiros veículos motorizados de duas rodas [18].**



**Figura 26D - Bicicleta a vapor de Copeland. Baseado igualmente numa bicicleta, Copeland, desenvolveria um modelo de transporte cuja propulsão do veículo era feita através de um pequeno motor [18].**

## **1.2 - Início do século XX até aos nossos dias**

O início do novo século é coincidente com a reforma de novas estratégias por parte dos construtores de bicicleta que, por varias razões, tentaram numa primeira fase aperfeiçoar o conceito do final de século e a desenvolver mais e diferentes conceitos.

A história e evolução da bicicleta desde os seus primórdios até ao fim do século XIX são caracterizadas pelo despoletar de sucessivos modelos que delimitaram fases e etapas, permitindo à bicicleta progredir até atingir o patamar qualitativo do modelo Rover e do quadro Humber em formato tipo diamante.

Durante o século XX, são desenvolvidos vários modelos que põem em causa o modelo clássico, mas o mercado faz prevalecer a configuração tipo diamante, pois esta solução permite resultados superiores aos restantes, o que fez com que poucas inovações neste campo conseguiram impor-se. Se o quadro Humber continuou a demonstrar ser o mais equilibrado, a resistência à inovação, que sempre foi apanágio deste mercado, e questões económico-sociais ajudaram também a desencorajar a aparição de novos conceitos estruturalmente diferentes.

A partir do início do século XX a atenção do mercado ciclista centrar-se-ia no aperfeiçoamento dos elementos que compõem a bicicleta, mantendo-se morfologicamente inalterável ou com alterações de pequena monta. O resultado que a bicicleta tinha atingido era extremamente satisfatório.] ... a bicicleta evoluiu até um design otimizado, e não eram necessárias mais modificações... [32].

Contudo isso não era sinónimo de estagnação, bem pelo contrário, as evoluções começam a fazer-se sentir nos componentes e nos "extras" que podiam ser incorporados no veículo, desde a luz às mudanças. Apenas não era sentida a necessidade de fazer melhorar o desempenho do conceito. A bicicleta havia atingido a maturidade.

A atenção dos projectistas e construtores passou a ser na vertente económica em detrimento de questões funcionais que já haviam sido satisfeitas. Pretendeu-se tornar a bicicleta mais acessível à generalidade das pessoas, até aqui só possível a estratos sociais mais elevados, rentabilizando processos produtivos e desenvolvendo uma política de produção em massa.

A proliferação da vertente desportiva do ciclismo implicou que as empresas criassem bicicletas cada vez mais leves, mais resistentes e mais rápidas, que em competição pudessem demonstrar ao público interessado a qualidade dos produtos por si desenvolvidos. A competição foi interpretada como um campo óptimo para testar e desenvolver novas soluções que pudessem transmitir a ideia de qualidade defendida pelos construtores do ramo.

O desenvolvimento passa a ser feito em duas vertentes paralelas. Por um lado, a optimização de recursos de concepção, produção e montagem de bicicletas. Por outro lado, a optimização do desempenho das máquinas, utilizadas em competição e fora dela, permitiram a melhoria de todos os elementos que constituem a bicicleta.

O desenrolar do século permite um diálogo extremamente interessante entre as indústrias de matérias-primas e as indústrias especializadas, resultando numa evolução paralela que proporcionou o recurso a materiais mais leves e duráveis como a aplicação das ligas de alumínio, aço ou inclusive os plásticos e os compósitos.

O final de século é também influenciado pelas questões de moda e sobretudo de imagem dos próprios veículos, recorrendo a pinturas muito elaboradas e cada vez mais complexas, utilizando autocolantes decorativos e de marcas, ou recorrendo inclusive à utilização da técnica de aerógrafo para pinturas personalizadas. Sobretudo estuda-se o impacto que se pretende provocar no público-alvo.

As inovações resultantes no início do novo século foram sucedendo em número elevado e com soluções extremamente funcionais, ao ponto de alguns desses conceitos terem atravessado décadas até aos dias de hoje. O interesse em criar as melhores condições para facilitar a utilização da bicicleta, fez com que uma boa percentagem dos componentes das bicicletas actuais tenha sido concebida durante as primeiras décadas do século, aperfeiçoando-os ao longo dos tempos.

Uma dessas inovações inerentes ao início do século XX resulta da consciencialização que um bom pneu tem no desempenho da bicicleta. Como referido anteriormente, Palmer apresentou em 1900 o *boyaux*, também conhecido por tubular, que aproveita o perfil de aro descoberto por Truffault 25 anos antes, para desenvolver uma nova solução de pneumáticos. O conceito desta descoberta ainda hoje prevalece, principalmente nas bicicletas onde se pretende obter altas prestações, evoluindo apenas na utilização de materiais mais leves e resistentes, e que melhoraram o seu desempenho.

Uma das inovações mais significativas no campo dos componentes consistiu no desenvolvimento de um sistema com várias possibilidades para andamentos diferentes.

O primeiro sistema de mudança surge em 1902 através de Sturmey e Archer, que conceberam um mecanismo baseado na utilização de diferentes rodas dentadas, inseridas no cubo da roda traseira, e que permitiam várias relações entre o ritmo de pedalada e a

velocidade atingida pela bicicleta. Esta solução mantinha o mesmo método de transmissão por corrente.

O sistema permitia ao ciclista multiplicar a força aplicada, impondo a cadência de pedalada e força mais ajustadas às suas condições físicas e ao tipo de percurso efectuado, no sentido ascendente, descendente ou plano.

Uma outra tipologia de mudança, surgida na primeira década do século, consistia no aproveitamento das rodas dentadas da transmissão para permitir diferentes andamentos. A solução inicial era extremamente básica, pouco prática e com poucas possibilidades de utilizar diferentes engrenagens. O sistema consistia na utilização de duas rodas dentadas no cubo da roda traseira, uma em cada lado da roda, e que para conseguir um outro andamento, o ciclista tinha que desmontar da bicicleta e inverter o sentido da roda traseira, pondo em transmissão a roda dentada que anteriormente se encontrava do lado oposto à corrente (figura 27).



**Figura 27 – Sistema primitivo de mudança, baseado na existência de duas rodas dentadas diferentes e que para efectuar a mudança era necessário desmontar da bicicleta e inverter o sentido da roda traseira [33].**

A complexidade desta tipologia seria simplificada anos mais tarde, em 1909, em França, quando surgiu um novo acessório que permitia aperfeiçoar este conceito de mudança. O novo acessório era composto por um desviador de corrente, que actuava sobre o percurso superior efectuado pela corrente e que tornava esta nova solução bem mais prática e acessível, pois o ciclista não necessitava de desmontar a bicicleta nem necessitava de andar com os pedais para trás como era apanágio da mudança de cubo.

Só no pós-guerra é que o mecanismo de mudanças alteraria a sua localização, para ser fixo junto ao cubo na parte traseira do quadro, passando a sua manipulação a ser efectuada por cabos de aço que ligavam a mudança aos manípulos, tipo alavancas, fixos à parte posterior do quadro em localização bem mais acessível para o ciclista.

Outra importante evolução emergente no início de século refere-se ao dispositivo de travagem, que são agora mais eficientes. Se nos primórdios da bicicleta para abrandar o único recurso era pressionar os pés contra o solo, o início do século permite a concepção do tipo de travagem efectuada por calços de borracha pressionados contra as paredes laterais dos aros das rodas. Esta resolução técnica é notoriamente mais eficiente do que as anteriores formas de travagem, que consistiam em pressionar a banda de borracha, no caso do modelo Xtraordinary, ou do contra-pedal que actuava sobre o cubo da roda propulsora.

A era da 1ª Guerra Mundial trouxe implicações na produção de bicicletas. A necessidade de responder às solicitações do momento fez com que grande parte das empresas visse as suas linhas de produção alteradas para a construção de material bélico. Esta fase não foi por isso marcada por grande actividade tanto ao nível produtivo, como ao nível do consumo.

O culminar da guerra, no entanto, implicou uma nova realidade produtiva, comercial e social, como reflexo das condições económico-sociais de uma grande parte dos mercados.

Se nos Estados Unidos a procura de bicicletas sofreu um grande declínio, provocado pela concorrência do automóvel, na Europa, que havia sido devastada pela guerra, a realidade era diferente. O quadro económico em que a população de via inserida obrigava a que se optasse por soluções económicas mais baratas para poder fazer face às necessidades básicas de transporte. A bicicleta assume um papel preponderante como meio de transporte a utilizar por uma parte das pessoas, passando de veículo utilizado unicamente para lazer e competição para meio de transporte utilizado diariamente para quem não tinha condições de comprar motorizada ou automóvel. A bicicleta passa a fazer parte do quotidiano das pessoas para se deslocarem para os seus empregos.

As conjunturas económicas e sociais, juntamente com a "massificação" da produção, subverteram a posição elitista que algumas décadas antes este tipo de veículo usufruía.

O panorama da época logicamente implicou a criação de novos acessórios suplementares, conjuntamente com a normal evolução dos componentes, de forma a preencher as carências resultantes das condições resultantes do pós-guerra, e da nova realidade de utilização deste veículo.

Era necessário fazer revitalizar as empresas produtoras de material de bicicletas e uma das orientações seguidas foi a aplicação de elementos, principalmente decorativos, com alusões tanto às motorizadas, como aos automóveis (figura 28). A colocação destes elementos visou a conquista de públicos mais jovens, ao mesmo tempo demonstrava ser um contra-senso, pois aumentava consideravelmente o peso final do veículo, alguns atingido 30 kg!



Figura 28 – Modelo de bicicleta influenciado pelo gosto pelo aerodinamismo e pela velocidade, expressos na forma curva do quadro e na alusão a modelos de motorizadas expressos no farol dianteiro e no falso depósito existente na parte superior do quadro. As rodas com pneus de perfil alto ajudavam a identificar este modelo com semelhanças com outros veículos motorizados de duas rodas [34].

A adição de elementos puramente decorativos tornava o produto pouco adequado à utilização de qualquer ciclista e, principalmente, dos indivíduos mais jovens que se pretendia conquistar. Além disso, a incorporação de vários elementos de função puramente estética é contrária a extrema racionalização e funcionalidade que caracterizam a bicicleta.

Os tempos do pós-guerra são também ricos no que concerne à aplicação de técnicas, tecnologias e materiais desenvolvidos durante a guerra e que foram aplicados em utensílios do quotidiano.

Um dos desenvolvimentos mais importantes referentes à década de 30 surge com a mudança de velocidades que permitia a utilização de três ou quatro cremalheiras que compunham o carreto. A mudança, além de um desviador, possuía igualmente um esticador que colocava em permanente tensão a corrente, no intuito de dificultar o salto desta para fora dos carretos ou da pedaleira enquanto se pedalava (figura 29).



Figura 29 – Sistema de mudanças baseado num “braço” que tencionando a corrente permitia a alteração da roda dentada em transmissão [35].

Nos anos 30 surge o modelo americano de bicicletas (figura 30), que ficou conhecido pela sua utilização por parte dos ardinhas americanos que faziam a entrega dos jornais porta a porta. A Arnold, Schwinn & Co. desenvolveu um novo tipo de bicicletas, baseado nas motorizadas e que eram equipadas com guiadores tipo chifres, uma única velocidade e travões unicamente activados por contra-pedal. Este modelo era a solução para os jovens que não tinham ainda idade para conduzir automóveis e que usufruíam destes veículos para se fazerem deslocar mais facilmente. O modelo encontra-se extremamente ligado a uma actividade que recorria a este tipo de bicicleta para cumprir as suas funções, a distribuição de jornais porta a porta. Uma personagem que fica também pelas mesmas razões ligada à bicicleta foi o “Paperboy”, ou seja o rapaz que distribui os periódicos.



Figura 30 – Bicicleta americana muito difundida entre os ardinhas para a realização das suas tarefas [36].





**Figura 32 – “A Bicicleta do Futuro”, modelo apresentado na exposição “Britain Can Make it” (A Inglaterra consegue produzi-lo), em 1946 [38].**

Este tipo de modelo denota o tipo de exercício que na época era recorrente, um exercício de estilização de produtos através de formas orgânicas aerodinâmicas que em nada beneficiavam a função principal da bicicleta, bem pelo contrário, a sua forma estilizada apenas era um argumento estético em detrimento do peso e volumetria que exageradamente passava a possuir.

No ano de 1947 surgiu o centro pedaleiro de dupla roda pedaleira para aumentar a escolha de andamentos. O aparecimento da segunda pedaleira permitiu ampliar o leque de escolha de diferentes andamentos. Se anteriormente um carreto de quatro cremalheiras correspondia a quatro andamentos possíveis, a utilização de uma segunda pedaleira veio possibilitar a escolha entre oito andamentos diferenciáveis, utilizando o mesmo carreto de quatro velocidades.

O novo invento implicou igualmente a existência de uma segunda alavanca de accionamento do sistema (figura 32). Primeiro, tal como a mudança dos carretos, o accionamento baseava-se em movimentar a alavanca directamente ligada ao mecanismo, posteriormente a colocação do sistema de accionamento em localização mais acessível ao ciclista, é que o mecanismo passou a ser accionado por alavanca com transmissão à mudança via cabos de aço. A utilização de cabos de aço mantém-se ainda nos dias de hoje, apenas sofrendo alterações ergonómicas no início dos anos 90 com a incorporação de manetes de velocidades nas manetes de travões, tornando mais fácil e mais rápido de activar.



**Figura 33 – Modelo de mudança traseira fixa à escora traseira do quadro [39].**

A década de 50 é marcada pelas recentes repercussões da IIª Guerra Mundial, que mais uma vez implicaram a adequação dos meios produtivos de muitas indústrias na construção de

material bélico, pela crise do sector especializado, pelo desenvolvimento do carro de cinco cremalheiras e pelo surgimento no final da década de um modelo dos mais importantes na história da bicicleta.

As condições económicas do pós-guerra, a estagnação a que a indústria sujeitou a bicicleta e a concorrência da moto e do automóvel, provocaram o encerramento de muitas empresas fazendo com que o mercado agonizasse e entrasse em descrédito.

É neste quadro que surge nos finais da década um dos modelos mais importantes do século XX, O modelo Moulton, que teve o condão de pôr em questão algumas vertentes da bicicleta que até aqui não haviam sido postas em causa (figura 34).



**Figura 34 – Modelo desenvolvido por Alex Moulton característico pelas reduzidas dimensões das rodas e do quadro. Esta bicicleta seria um marco na história da velocipedia, abrindo portas a futuras propostas de bicicletas baseadas em inovadores e radicais conceitos [40].**

O modelo Moulton faria o despoletar de novas perspectivas que durante os anos 60 se manifestaram através de inúmeras e diversificadas propostas, paralelamente à continuidade em cena do quadro em formato de diamante.

A bicicleta Moulton foi desenvolvida pelo engenheiro Alex Moulton no ano de 1959, que através da empresa criada por si, a Moulton Developments Ltd., fazia desde 1956 sistemas de suspensão para automóveis [41] e que ao constatar algumas dificuldades na condução de uma bicicleta "clássica", decidiu criar um modelo que melhor respondesse aos problemas ergonómicos verificados.

Se por um lado Moulton constataria as virtudes inerentes à posição adoptada na bicicleta clássica, por outro lado identificaria algumas questões que segundo ele eram necessárias de resolver como referiria "...Agora nas raras ocasiões quando ando na bicicleta clássica pergunto porque é que ninguém consegue tolerar a vibração, mas o ser humano é muito tolerante!..." [42]

O modelo caracterizado por ser de reduzidas dimensões, possuía duas rodas de igual diâmetro, 16 polegadas, um quadro mais pequeno e compacto com tubos de diversos diâmetros e incluía um sistema de suspensão inserido no cabeço do quadro (figura 35).

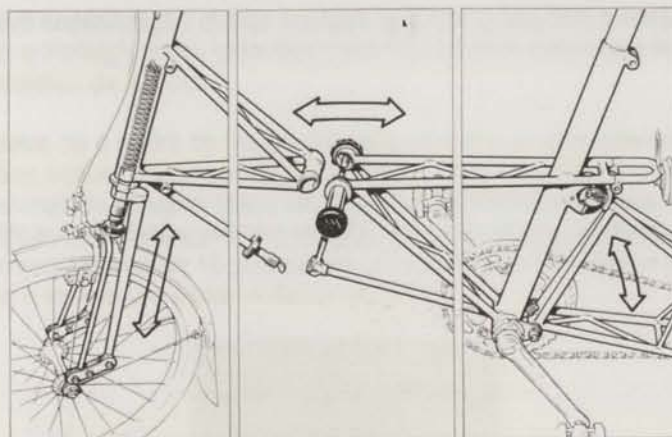


Figura 35 – Esquema de desmontagem de um dos modelos de Moulton, permitindo maior facilidade de arrumo e transporte [43].

A característica da bicicleta de Moulton personifica o tipo de actividade do seu autor, não só pela utilização de um sistema de suspensão como forma a melhor responder às solicitações dinâmicas, mas também pela utilização de rodas de pequeno diâmetro, resultante das ligações estreitas que Moulton tinha com uma empresa produtora de pneus, e com o autor do projecto do pequeno automóvel, o Austin Mini.

Alex Moulton ao pretender conceber um modelo que rivalizasse com o modelo clássico, nunca suporia a repercussão que o marketing, a produção e a comercialização iriam provocar com outros modelos posteriores influenciados pelo modelo Moulton, tendo inclusive proporcionado o surgimento de uma versão dobrável.

A relevância do aparecimento deste modelo, além das suas inerentes questões técnicas, foi importante pela nova imagem que atribuiria à actividade do ciclismo e no estímulo que provocou no ramo da bicicleta durante duas décadas, influenciando o surgimento de ideias e propostas novas.

A nova moda da bicicleta enquadrava-se perfeitamente no espírito e nas tendências absorvidas pelo modelo social dominante nos anos 60. O ramo automóvel via surgir os mini automóveis como o Mini de Alec Issigonis de 1959. A moda via aparecer a mini-saia, uma criação de Mary Quant de 1964. Foi neste enquadramento que apareceria uma bicicleta de reduzidas dimensões de Alex Moulton, e que foi naturalmente bem aceite.

As novas técnicas de marketing levaram a que várias personalidades tenham sido fotografadas guiando uma bicicleta Moulton, idêntico ao que acontecia no ramo automóvel ou na moda, denotando uma grande preocupação em trabalhar as questões de imagem através da ligação dos produtos com personalidades famosas e, que de certa forma atribuiriam um certo estatuto social ao modelo.

O sucesso do modelo Moulton levaria a que o projecto fosse comprado pela firma Raleigh, que retiraria do mercado a bicicleta no intuito de simplificar o design de roda pequena.

As repercussões deste modelo nos anos posteriores permitiram tanto aos construtores como aos designers abordar a concepção de novas bicicletas, mas principalmente em desenvolver conceitos que de certa forma evidenciavam novas preocupações e novas áreas de trabalho relacionados com este tipo de transporte. É o caso das bicicletas dobráveis, bicicletas para crianças e bicicletas direccionadas às preferências e gostos manifestados pelos públicos, dando origem a bicicletas com grandes semelhanças com o mundo motorizado.

Talvez pelo facto de ter comprado o projecto de Moulton a Raleigh, que agora tinha nos seus quadros Alex Moulton, desenvolveria e lançaria varias propostas ricas em conceitos e inovações, o que tornou os seus veículos extremamente divulgados e que perduraram durante

anos, sendo inclusive copiados por outras marcas que não possuíam a mesma capacidade de inovar, confirmando a Raleigh como uma das mais importantes empresas líderes do mercado de produção de bicicletas da época.

Um desses modelos foi o RSW 16 (figura 36), que procurava responder eficazmente à solicitação por ambos sexos, fossem adultos ou jovens, que se integrassem nas condições do tráfego e que em termos de imagem fosse diferente. O exemplar denotava o esforço feito pela empresa em simplificar o modelo que tinha servido de base, sendo formalmente semelhante ao modelo Moulton, possuía rodas de 16 polegadas com pneus mais largos e mais altos, travões em ambas as rodas e incluía um sistema de iluminação.



**Figura 36 – Modelo RSW 16, posterior ao modelo de Moulton, foi desenvolvido simplificando a estrutura já alcançada pelo modelo anterior, mantendo a característica da utilização de rodas de pequeno diâmetro [44].**

Em meados da década de 60 surgem outros modelos que passam a fazer uso de rodas de 20 polegadas, situando-se num ponto intermédio entre as 28 polegadas da bicicleta clássica e as 16 polegadas dos modelos Moulton e RSW 16.

Tendo como preocupação a conquista de uma fatia de mercado composta pelo público feminino, surge em 1967 o modelo Shopper (figura 37) igualmente recorrendo a rodas de 20 polegadas, com o quadro em cruz para facilitar a montagem e desmontagem por parte das senhoras, e com alguns componentes suplementares direccionados ao tipo de público a que se dirigia a proposta, incluindo desde um cesto na frente, uma campainha no guiador e uma bomba de ar para os pneus. Esta versão tal como a anterior seria um grande êxito comercial.



**Figura 37 – Modelo Shopper, desenvolvido tendo em atenção um público maioritariamente feminino, incorporava pequenas áreas de carga visando a sua utilização para a ida diária às compras [45].**

A crise petrolífera de 73 veio alertar a população para uma nova realidade, nomeadamente para a procura de novas fontes energéticas alternativas à utilização do petróleo. A bicicleta beneficiou da necessidade de despender pouca energia para ser tida em conta como uma hipótese alternativa à utilização do automóvel e outros tipos de transporte de maior consumo energético.

No início dos anos 70 surgiria um modelo direccionado a um outro nicho de mercado: o publico infantil.

O modelo designado de Chopper (figura 38) era extremamente original, denotando uma forte personalidade através de uma forma radicalmente diferente e que incutia aos seus utilizadores uma grande estima, resistindo mesmo às críticas que lhe eram dirigidas, nomeadamente nas questões de segurança.

As soluções técnicas e formais inerentes a esta máquina rompem com alguns estereótipos até aqui reconhecidos nas bicicletas. Esta nova solução era característica pela diferente configuração do quadro, pelas diferentes dimensões das rodas, sendo a roda traseira de tracção de maior tamanho relativamente à roda de direcção, a roda dianteira. Além disso, existiam alguns componentes bem diferentes dos até aí conhecidos, como é o caso do selim com encosto em forma de "L", a mudança de cubo accionada por uma alavanca existente na parte superior do quadro, guiador de forma trapezoidal invertido, grade para pequenas cargas, suspensão traseira por molas, jantes estampadas e no geral uma aparência semelhante às motos de motocross, sobretudo patente na parte traseira da bicicleta.

A aparência da bicicleta era demonstrativa da apetência que o publico mais jovem da época tinha relativamente aos desportos motorizados, nomeadamente o motocross, tentando assim uma aproximação ao mesmo tipo de linguagem formal para conquistar uma fatia de mercado que aspirava a realização do mesmo tipo de façanhas características daquele desporto.



**Figura 38 – Bicicleta Chopper, destinada a um público juvenil, era característica pelo seu aspecto robusto e grosseiro, identificando-se com os modelos motorizados de duas rodas característicos da época [46].**

Os anos 70 vêm dar continuidade à apetência pela utilização da bicicleta em solicitações pouco ortodoxas, como a sua utilização fora das estradas e manobras de difícil execução. O final da década é também influenciado pela procura de respostas científicas na elaboração de propostas e que dão origem a estudos aerodinâmicos e, posteriormente, a estudos ergonómicos.

Os modelos desta década que aspiravam a rivalizar com o modelo clássico eram caracterizados pela baixa dimensões das rodas, e pela notória apetência para visualmente e formalmente apelar à utilização dos veículos em terrenos difíceis e acidentados de acordo com os anseios do mercado da época.

É neste quadro que surgiu a primeira abordagem a bicicletas de todo-o-terreno, com o aparecimento do conceito de bicicleta para outras utilizações e outros contextos, aparecendo nos Estados Unidos um modelo que ficaria mundialmente conhecido como o modelo BMX.

O BMX (Bicycle Moto Cross) é caracterizado por ser um modelo que recorre à utilização de rodas de pequenas dimensões, 20 polegadas, com um quadro formalmente tipo Humber mas compacto, de reduzidas dimensões e forte aparência, que pelo seu baixo centro de gravidade permite efectuar manobras ousadas e pouco ortodoxas, desejos de utilizadores jovens (figura 39).

O modelo é a interpretação mais correcta do gosto que os miúdos têm em explorar as potencialidades deste meio de transporte, e para isso, o modelo incluía uma estrutura forte com pneus grossos para permitir efectuar exercícios mais arrojados e percorrer percursos em pisos mais duros e acidentados. Essas mesmas manobras, foram motivo para que se evoluíssem e criassem componentes, como os patins colocados no quadro junto aos cubos das rodas, ou o mecanismo que permite rodar o guiador varias voltas sem ser incomodado pelo cabo de tavões dianteiro. O modelo é o primeiro grande teste às estruturas que compõem a bicicleta, obrigando a soluções muito mais fortes e mais resistentes para conferir à bicicleta credibilidade suficiente para executar as manobras mais inesperadas.



Figura 39 – Registo de acrobacias efectuadas com modelos de bicicletas BMX demonstrando a capacidade deste veículo para manobras pouco ortodoxas [46].

De início, as suas capacidades eram pouco reconhecidas, sendo utilizadas vulgarmente como os restantes modelos. Só com o decorrer dos tempos seriam exploradas outras aptidões desta bicicleta. Para isso foi também importante a participação de um modelo BMX num dos filmes mais carismáticos e populares de sempre: o filme "E.T. o extra-terrestre", de Steven Spielberg. O enorme sucesso do filme a nível mundial ajudou, em nossa opinião, à aceitação da bicicleta, primeiramente nos Estados Unidos e depois no início dos anos 80 pela Europa e pelo resto do mundo. A bicicleta no referido filme tem intervenção directa no desenrolar da aventura vivida por um grupo de jovens, influenciando os jovens que viram o filme para viver idênticas aventuras utilizando o mesmo tipo de bicicleta.

Tal com anteriores modelos, a bicicleta BMX usufruiu do cariz mediático para se impor como uma grande moda à escala planetária. A propagação desta bicicleta conduziu ao aparecimento de inúmeras competições que exploram a capacidade de maneabilidade do modelo, desde provas em circuito fechado até provas acrobáticas e demonstrações de equilíbrio e controlo, tornando-se frequente ver jovens nas ruas e em parques próprios a treinar algumas agilidades.

É nesta fase que ressurge a proposta de bicicleta de posição deitada, já anteriormente desenvolvida nos anos 30. Um grupo de interessados e estudiosos pela matéria, na tentativa de criar uma bicicleta melhor, desenvolveram soluções que visavam melhorar aspectos como a

velocidade, eficiência energética, capacidade de carga, protecção das condições climatéricas e segurança. As respostas obtidas eram manifestamente superiores em velocidade, mas numa perspectiva generalizada de utilização, o modelo clássico demonstrou ser mais eficiente. Além disso, como forma a responder a algumas das directrizes iniciais do projecto, a bicicleta não conseguia solucionar eficazmente outras funções que inicialmente se propunha responder, tornando-se específica num único tipo de aplicação.

A segunda metade da década é marcada por uma forte componente científica com que algumas propostas começam a surgir no mercado. Em 1977 são efectuados os primeiros estudos aerodinâmicos resultantes do binómio Homem/bicicleta em função da posição do ciclista, obtidos por Maurice Menard [47], e com influência preponderante no aparecimento da primeira bicicleta aerodinâmica.

No culminar da década de 70 surgem duas inovações importantes: o tubo ovalado como resultado dos estudos aerodinâmicos, e o aparecimento de um novo e radical modelo de bicicleta, a bicicleta de todo-o-terreno, também conhecida como bicicleta de montanha, ou pela abreviatura BTT.

A bicicleta de todo-o-terreno surge como sequência lógica, nesta fase particular, na necessidade de explorar terrenos para além da vertente urbana, experimentando novos desempenhos e novas utilizações. Este conceito foi importante pela transformação radical que proporcionaria na indústria especializada, e, sobretudo, pela nova aproximação ao público que parecia afastado, e que com o surgimento deste modelo permitiu “refrescar” a percepção desse mesmo público perante este meio de transporte.

A bicicleta de montanha desponta nos Estados Unidos por meio de Gary Fisher, que até então utilizava um outro modelo para conjuntamente com um grupo de amigos descerem a grande velocidade as encostas de montanhas existentes perto da localidade onde habitava.

O apelo à utilização em terrenos irregulares e montanhosos, manifestado anteriormente com a utilização por parte do exército inglês do modelo de Pedersen na Guerra dos Bóeres, em 1899, e mais recentemente com modelos que faziam alusão ao motocross, foi directamente assumido pelo modelo de todo-o-terreno de Gary Fisher (figura 40).



Figura 40 – Um dos primeiros modelos de bicicletas de todo-o-terreno. Desde cedo esta tipologia de bicicleta se caracterizou pelo quadro inclinado e pelo seu aspecto geral extremamente robusto e fiável [48].

De uma primeira aplicação de lazer a descer terrenos acidentados, a BTT evoluiria no sentido de poder ser indicada para qualquer tipo de utilização, quer fosse em estrada, em parques, mas principalmente em terrenos naturais e ainda não desbravados, onde seria difícil a utilização de outros meios de transporte.

A popularidade conseguida por esta bicicleta ficou mais uma vez directamente ligada a questões de moda e de tendências. O acolhimento por parte do público foi enorme, tanto pelo

aspecto forte e robusto que transmitia, a confiança necessária para as actividades radicais para a qual havia sido concebida, como também pela diversidade de possibilidades de utilização, seja em terrenos mais difíceis, como montanhas e pequenos ribeiros, ou mesmo para terrenos pouco exigentes como ciclo vias e parques.

O sucesso obtido teve repercussões no mercado e também ao nível da indústria especializada. Surge, no ano de 1982, o primeiro conjunto de acessórios desenvolvidos especialmente para esta tipologia de bicicleta através da empresa japonesa Shimano. A importância que estas bicicletas conquistaram em termos de quota de mercado, foi aumentando em detrimento das bicicletas de estrada, chegando a atingir na década de 90 a maior percentagem de vendas, daí que naturalmente uma grande parte dos esforços em produzir e melhorar os componentes visasse este tipo de veículos.

A crescente importância conquistada pela BTT proporcionou e estimulou o aparecimento de inovações relevantes ao nível dos materiais e componentes, que também haveriam de ser aplicados noutros exemplares de bicicleta. É disso exemplo o aperfeiçoamento de poderosos sistemas de travões, de mecanismos de mudanças rápidas e de eficientes sistemas de suspensão.

Os anos 80 são também sinónimo de grande evolução da bicicleta a nível material, tecnológico, funcional, cultural e social, espelhando um pouco o que significou a década em vários ramos de actividade.

A aposta efectuada, por dois engenheiros provenientes da marca de automóveis sueca Volvo, resultaria numa nova perspectiva de aplicação de novos materiais para a construção de bicicletas, tendo como resultado final o surgimento da bicicleta Itera, no ano de 1982, através de uma bicicleta com alguns componentes executados em fibra de vidro, carbono e materiais poliméricos, apenas utilizando alguns elementos em alumínio como as mudanças, corrente, espigão de selim e travões (figura 41).



Figura 41 – Bicicleta “Itera”, projecto sueco concebido em grande parte recorrendo a materiais plásticos [49].

O início dos anos 80 é também palco do surgimento do sistema de travões com os cabos ocultos e, principalmente, de um novo pedal muito mais seguro, o pedal de encaixe do mesmo tipo dos sistemas de fixação utilizados nos esquis.

Estes pedais, desenvolvidos pela empresa Look com participação do ciclista francês Bernard Hinault, utilizavam a mesma solução técnica do sistema dos esquis e que vieram a ser uma das mais valiosas invenções no capítulo da segurança das bicicletas. Esta solução permite ao ciclista, em caso de queda, separar-se facilmente da bicicleta sem ser arrastado com esta. O

facto de não possuir a estrutura metálica por cima, como era usual até aí, permite descansar mais o pé evitando por vezes algumas lesões que o pedal antigo proporcionava (figura 42).



Figura 42 – Sistema de pedais de encaixe de solução idêntica à já utilizada pelos esquis da neve [50].

A implementação e utilização de sistemas computacionais de CAD (Desenho Assistido por Computador), nos anos 80, vem ajudar à concepção de veículos, permitindo simular o projecto de forma a poder ainda numa fase de projecto fazer alterações de forma a melhorar as condições do produto final.

O projecto tecnológico desenvolvido para o programa aeroespacial permitiu a transferência de resultados para outro tipo de aplicações, como foi o caso do surgimento de quadros em duralumínio. O recurso às mais altas tecnologias da época vêm proporcionar o aparecimento de estruturas muito leves e resistentes. Quadros como o Alan, ou o Super Vítus, tornam-se referências nos modelos constituídos em duralumínio, recorrendo à termocolagem e sistemas de encaixe para a sua construção. O desempenho inicial deste tipo de quadro demonstrou algumas lacunas nas ligações entre os vários elementos, sendo muito frequente naquela época o quadro descolar ou mesmo alguns tubo serem facilmente danificados, mas o aperfeiçoamento das técnicas de colagem e dos tubos empregues demonstrou ser uma solução com viabilidade e que foi sendo muito utilizada até meados dos anos 90. A solução de quadros em duralumínio, um pouco como aconteceu e acontece ao longo da história da bicicleta, encontrou grandes adversidades para ser reconhecido como uma mais valia, pois alguns utilizadores queixavam-se da vibração produzida por este tipo de solução técnica (figura 43).



Figura 43 – Modelo de quadro "Vitus" em Duralumínio, recorrendo à técnica da colagem para unir os diversos tubos e uniões que compõem este quadro [51].

A morfologia do quadro de competição sofre uma evolução a partir do ano de 1984, através de uma bicicleta preparada para o recorde da hora que o ciclista italiano Francesco Moser conquistaria na cidade do México. Resultante dos estudos aerodinâmicos que haviam sido desenvolvidos durante anos, seria executado um quadro para competição de estrada em sistema de contra relógio, que consistia em rebaixar a parte da frente da bicicleta pela utilização de uma roda mais pequena, geralmente de 24 ou 26 polegadas, e de uma estrutura de quadro que utilizava o tubo de ligação entre o cabeça e o espigão de selim inclinado (figura 44). A nova forma de bicicleta visando a obtenção de melhores desempenhos no campo da competição induziu a novas soluções dos quadros de alta competição, primeiro pela utilização de materiais mais leves e depois por novas formas geométricas de quadros. No ano de 2000 a União Ciclista Internacional, órgão máximo do ciclismo mundial, voltou a não permitir bicicletas que pela sua forma fossem diferentes do tipo de quadro semelhante ao quadro clássico tipo Humber.



**Figura 44 – Modelo de bicicleta rebaixado à frente na tentativa de melhorar o coeficiente de penetração no ar. Com o corpo rebaixado o ciclista encontra menos resistência ao ar, facilitando a sua deslocação [52].**

Nos anos finais da década de 80 surgem as primeiras propostas de acessórios para bicicletas em materiais compósitos, primeiramente na aplicação de compósitos reforçados com fibra de carbono nalguns tubos no mesmo tipo de estrutura que constituía os quadros de duralumínio, e depois na aplicação reforço de carbono nas rodas lenticulares utilizadas por algumas bicicletas de alto rendimento.

No final da década surge uma inovadora aplicação utilizada no guiador que explorava o factor aerodinâmico e que permitia ao ciclista adoptar uma posição mais estendida sobre a maquina facilitando a pedalada. Esta inovação seria primeiro utilizada pelos atletas do triatlo e só depois seria "importado" pelos atletas profissionais de ciclismo de estrada.

A influência dos modelos de bicicleta de todo-o-terreno proporcionou no final de década o aparecimento do sistema indexado de mudança de velocidades, com mudança de andamentos rápida e precisa. O mecanismo importado das BTT seria primeiro desenvolvido nas alavancas de velocidade convencionais e posteriormente permitiria a sua colocação nas manetes dos travões no início dos anos 90.

A última década do século XX foi caracterizada pela meteórica evolução tecnológica. A bicicleta tende a ser cada vez mais leve e resistente, recorrendo para o efeito a tecnologia de ponta.

O início dos anos 90 é marcado pela universal proliferação e maturação do modelo de todo-o-terreno. Os bons argumentos que compõem este modelo seriam constatados por parte dos ciclistas profissionais, que ao incluírem este tipo de bicicleta para fazerem a sua preparação de Inverno, em detrimento da vertente de ciclo-cross, influenciariam directamente os gostos do mercado, sempre condicionado pelas opções de quem faz da actividade a sua profissão.

A nova moda de bicicleta conquista grande percentagem de mercado, chegando a ocupar a maior parte da produção de componentes, não sendo de estranhar que a indústria tivesse maior atenção a estes veículos, verificando-se nesta área a maior propagação de inovações que posteriormente seriam aplicadas noutros tipos de bicicleta, ao contrário do que até aqui acontecia com a liderança de mercado por parte do modelo convencional de estrada. O BTT começa a ser a líder no campo das inovações que surgem nos mercados, desde a aplicação de novos e mais sofisticados materiais, até à inovação de novos componentes e novos acessórios suplementares para utilização e manutenção das bicicletas.

O ano de 1990 é também fruto de um dos melhores componentes fabricados em Portugal: as manetes de travão para bicicletas de estrada Lusito. As manetes seriam desenvolvidas segundo uma tecnologia já reconhecida no mercado, e que permitiam uma utilização mais facilitada, não necessitando de aplicar muita força para activar os travões, o que em tempos de muito frio era extremamente importante. A qualidade relativa alcançada por esta solução teria algum reconhecimento dentro do mercado nacional, tendo mesmo alguns ciclistas profissionais da época utilizando-a.

Nestes últimos 10 anos, os carretos de cremalheiras viram aumentada de 7 para 10 andamentos diferentes. A solução de carretos para transmissão seria também evoluída, passando de um carreto enroscado ao cubo da roda traseira para uma solução onde as cremalheiras são encaixadas individualmente numa "cassete" existente no cubo da roda propulsora.

Como anteriormente mencionado, é no começo da década que se vê incorporado nas manetes de travão umas manetes auxiliares (segunda) de accionamento das mudanças. Esta solução técnica torna a alteração de andamento muito mais pratica, rápida e segura. Duas alavancas incorporadas nas manetes de travão permitem "subir" e "descer" o andamento pretendido, tanto na mudança do centro pedaleiro, como a mudança traseira. Durante estes anos surge também o aparecimento de outras formas de movimentação de mudanças, através do sistema Grip Shift, que consiste numa pequena extensão tipo punho de motorizada, que permitia alterar a velocidade rodando para um lado ou para o outro, consoante se pretenda usufruir de uma cremalheira maior ou mais pequena, o mesmo ocorrendo com a variação de pedaleira. Uma outra forma desenvolvida emergiu no ano de 1993, por meio da empresa francesa Mavic, e que constava de um sistema electromecânico que permitia efectuar as trocas de andamentos em ambas as mudanças, e cuja designação seria conhecida por ZMS 8000 (figura 45). Apesar das várias vantagens que esta utilização permitia, a solução não vingaria devido aos problemas de funcionamento com que frequentemente o ciclista se deparava. Actualmente, existem já propostas que utilizam um sistema de mudança eléctrica para activar a mudança, sendo utilizado inclusive em veículos de turismo e lazer. Pensamos, no entanto, que este tipo de abordagem poderá futuramente ser a orientação que o mercado de bicicletas poderá seguir, como forma a obter um veículo que torne as viagens menos difíceis e menos penosas.



**Figura 45 – Mudança electrónica desenvolvida pela marca francesa "Mavic". Inicialmente esta solução teve muito problemas em se impor no mercado, devido aos inúmeros problemas que a sua normal utilização encontrava para funcionar satisfatoriamente [53].**

Os anos posteriores são marcados pelo crescente aparecimento de um grande número de opções de componentes, surgindo a um ritmo que torna extremamente difícil a quem queira utilizar a vanguarda de soluções, dificultando por vezes a escolha do ciclista.

Como resposta às dificuldades constatadas, principalmente na utilização em terrenos acidentados, algumas inovações vão conquistando o mercado como as suspensões totais e parciais, cujo desenvolvimento tem permitido o projecto de velocípedes mais estáveis e mais seguros, travões de disco accionados por sistema hidráulico ou por cabo e a ampliação das possibilidades de diferentes andamentos para 30 opções possíveis.

A tomada de consciência dos factores ecológicos por parte da população mundial são também interpretados pela indústria especializada em bicicletas, na tentativa de gerar respostas positivas para um novo e importante factor de decisão para o público: a responsabilidade ambiental. O modelo Zike (figura 46) lançado em Inglaterra no ano de 1992 pretendia dar resposta a esta nova vertente decisória, com uma solução de um veículo que pela sua utilização convidasse ao abandono do automóvel e de outras formas de transporte que implicam elevados gastos energéticos e ambientais. O modelo era composto por um quadro em alumínio, propulsionado por um motor eléctrico de 200 W, com baterias de níquel-cádmio, e que permitia a utilização com ou sem pedal.



**Figura 46 – Bicicleta eléctrica de pequenas dimensões, Zike, destinada à utilização em meios urbanos onde o tráfego é intenso [54].**

A variedade de materiais começa a repercutir-se na construção de quadros. Nos princípios dos anos 90 a inovação consistia nos quadros com tubagem em compósito de carbono e peças em cerâmica proporcionados pela marca Look, da mesma forma como anteriormente eram executados os quadros com tubagem e uniões em duralumínio. A possibilidade de construir um quadro numa única peça resultou no aparecimento de várias propostas, como no caso do modelo Vitus ZX1, todo ele concebido em compósito de carbono. Ao mesmo tempo, alguns construtores preferiram manter o quadro clássico, tipo Humber, desenvolvendo então a qualidade das tubagens aplicadas e recorrendo a outros materiais como o titânio (figura 47). Como forma a obter tubagens cada vez menos espessas, algumas soluções passaram por utilizar tubos de maior dimensão, primeiro nos modelos de todo-o-terreno e depois nas restantes bicicletas. Estas modificações permitiram explorar novas geometrias de quadros, que pretendiam ser soluções cada vez mais simplificadas, como o caso do quadro tipo boomerang (figura 48), ou o quadro Zipp 2000.



**Figura 47 – Quadro em titânio da marca "GT", característico pela sua leveza e pela forma de ligação das escoras traseiras que finalizam no tubo horizontal. Esta solução é comum à maior parte dos quadros desta marca produzidos nos primeiros anos da década de 90, mesmo hoje alguns quadro ainda adoptam esta solução [55].**



**Figura 48 – Quadro monocoque em compósito carbono/carbono. O sistema "consola" e o material utilizado permitem que este quadro seja de peso extremamente reduzido e de formas manifestamente dinâmicas [55].**

O início do milénio é caracterizado por uma grande apetência do mercado em recorrer às mais altas tecnologias, sendo uma época onde a evolução das tecnologias e materiais empregues conhece grandes e rápidas evoluções, beneficiando sobremaneira a bicicleta no que diz respeito ao seu desempenho e pela possibilidade de surgirem novos conceitos, novas aplicações.

A mudança formal pretende tornar a bicicleta clássica mais compacta, através do design do quadro baseado na solução do modelo de montanha, que mantendo a localização dos três pontos de apoio diminui a medida do tubo de selim. A aplicação de materiais mais sofisticados permite bicicletas formalmente mais elegantes.

Outros modelos e outros projectos surgem no mercado, incluindo propostas de bicicletas de todo-o-terreno, bicicletas desmontáveis, bicicletas transportáveis, ..., todo o tipo de bicicletas, resultando em respostas muito diversificadas e de aplicabilidade muito vasta.

A nova realidade de produção subdivide-se em dois grupos: as grandes empresas capazes de liderar a investigação da aplicação de novos e mais sofisticados materiais, novos desempenhos; e por outro lado as pequenas empresas sem capacidade de investigar e propor soluções inovadoras, e que pelas suas limitações, se destinam a trabalhar com tecnologias mais acessíveis em termos produtivos e económicos, ou a plagiar propostas anteriormente apresentadas no mercado.

O comércio de bicicletas é cada vez mais amplo em termos de soluções. Os modelos disponíveis vão desde de bicicletas produzidas em grande escala a preços acessíveis e baixa qualidade, até bicicletas de alta tecnologia com produção individualizada e elevado custo final para o consumidor.

O recurso às altas tecnologias tornou a bicicleta actual mais fácil de manobrar e mais leve. A electrónica é já largamente aplicada, principalmente em acessórios como conta-quilómetros, reguladores cardíacos, relógios, ..., denotando, em nossa opinião, uma possibilidade de utilização que futuramente poderá ser generalizada nos vários componentes.

A tomada de consciência dos problemas de trânsito inerentes aos grandes centros urbanos e a falta de espaços, têm também suscitado discussões sobre as formas de resolução de uma questão que tende a agravar-se.

Poderá a bicicleta ser uma solução a adoptar para combater os novos e emergentes problemas das sociedades contemporâneas?

## **Referências**

- [1] – In BALLANTINE, Richard – *Richard's 21st Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, pág. 9
- [2] – In página WWW [<http://apmtb.tripod.com>]. 15 de Janeiro de 2003.
- [3] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 23.
- [4] – AFORNALI, Marcelo: "Uma Breve História da Bicicleta" página WWW [<http://www.bicicletasantigas.com.br/história.htm>]. 28 de Fevereiro de 2003.
- [5] – In página WWW [<http://www.bikemagazine.com.br>]. 24 de Janeiro de 2003.
- [6] – AFORNALI, Marcelo: "Uma Breve História da Bicicleta" página WWW [<http://www.bicicletasantigas.com.br/história.htm>]. 28 de Fevereiro de 2003.
- [7] – In página WWW [<http://www.bikemagazine.com.br>]. 12 de Janeiro de 2003.
- [8] – In página WWW [<http://apmtb.tripod.com>]. 12 de Janeiro de 2003.
- [9] – In página WWW [<http://www.bikemagazine.com.br>]. 24 de Janeiro de 2003.
- [10] – O referido barão estudava matemática, física e arquitetura na Universidade de Heidelberg, demonstrando interesse na eficiência em transportar pessoas e bens sem recorrer à utilização de cavalos, isto mesmo anos antes de tentar patentear o seu modelo.
- [11] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 23.
- [12] – In página WWW [<http://www.bicibr.hpg.ig.com.br>]. 17 de Novembro de 2002.
- [13] – In página WWW [<http://www.bikemagazine.com.br>]. 12 de Janeiro de 2003.
- [14] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 24.
- [15] – MARQUES, José Maria, presidente da ABIMOTA no ano de 1992, in 1ª edição da "Rodantiga", 1992.
- [16] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 48.
- [17] – In página WWW [<http://apmtb.tripod.com>]. 12 de Janeiro de 2003.
- [18] – In página WWW [<http://www.bicibr.hpg.ig.com.br>]. 17 de Novembro de 2002.
- [19] – In página WWW [<http://www.bicicletasantigas.com>]. 12 de Janeiro de 2002.
- [20] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 50.
- [21] – BARBOSA, Alves, texto não editado para a Federação Portuguesa de Ciclismo.
- [22] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 52.
- [23] – Ibidem, página 51.
- [24] – Ibidem, página 53.
- [25] – NOGUCHI, Fumiyo – *100 Years of the Bicycle, Component and accessory Design*, Van Der Plas Publications, São Francisco, 2000, página 37.
- [26] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 57.
- [27] – Ibidem, página 27.
- [28] – In Suplemento do Jornal A BOLA, numero 119, de 21 de Julho de 2002.
- [29] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, páginas 59 e 61.
- [30] – Ibidem, página 62.

- [31] – Ibidem, página 55.
- [32] – Ibidem, página 74.
- [33] – In página WWW [<http://www.asciclistasihpg.ig.com.br>]. 24 de Janeiro de 2003.
- [34] – PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, página 108.
- [35] – In página WWW [<http://www.asciclistasihpg.ig.com.br>]. 24 de Janeiro de 2003.
- [36] – BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, página 18.
- [37] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 28.
- [38] – FIELL, Charlotte e Peter – *Design do Século XX*, Ed. Taschen, Lisboa, 2001, página 674.
- [39] – In página WWW [<http://www.asciclistasihpg.ig.com.br>]. 24 de Janeiro de 2003.
- [40] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 87.
- [41] – Alex Moulton é o responsável pela concepção da suspensão em cone de borracha aplicada ao modelo automóvel, Mini de 1959, em parceria com Alec Issigonis, o projectista do famoso automóvel.
- [42] – Tradução própria de citação in ROY, Robin; WALKER, David; DAGGER, Barry – *Design Principles and Practice – Product Development and Manufacture*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 80.
- [43] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 87.
- [44] – Ibidem, página 84.
- [45] – Ibidem, página 85.
- [46] – Ibidem, página 86.
- [47] – Maurice Menard, director do Instituto Aerotécnico da Escola de Saint-Cyr e professor do Conservatório Nacional de Artes e Ofícios, em França.
- [48] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 88.
- [49] – Ibidem, página 118.
- [50] – Ibidem, página 39.
- [51] – NOGUCHI, Fumiyo – *100 Years of the Bicycle, Component and accessory Design*, Van Der Plas Publications, São Francisco, 2000, página 48.
- [52] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 30.
- [54] – In Bici Sport, Ano IX, nº 53, Outubro 1993, Brasil.
- [54] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 117.
- [55] – In Bici Sport, Ano IX, nº 53, Outubro 1993, Brasil.



## **2 – A Bicicleta e a sociedade**

Ao longo dos anos, a relação que a bicicleta foi estabelecendo com as sociedades foi sempre de reciprocidade e de influência mútua entre ambas. Se a bicicleta foi sendo influenciada, e por vezes condicionada, por razões de ordem social, económica, cultural e tecnológica das próprias sociedades, foi também influente na composição dos espaços físicos, na economia, na cultura e na estruturação das sociedades.

Parte dos constrangimentos sociais resultam da necessidade de um meio de transporte diferente, de maior facilidade, liberdade e disponibilidade de utilização, da individualização do transporte, da necessidade de utilização em outras actividades que não só do lazer, como no trabalho, de questões relacionadas com o “status” social, a liberdade da mulher e até por questões de moda.

Economicamente a indústria ligada à bicicleta, tal como outras, sempre foi condicionada pelas mutações dos mercados a nível mundial. A aceitação e procura deste meio de transporte, mais acessível do que outros, é também reflexo da “saúde” económica desses mesmos mercados, tal como verificado nas épocas relativas às duas Grandes Guerras Mundiais e na crise petrolífera de 1973.

Durante estas fases de menor vigor financeiro, as populações debatiam-se com carências de vária ordem, necessitando de rentabilizar todos os recursos existentes, o que implicaria, em termos de transportes, a utilização do que fosse menos oneroso em termos de aquisição e manutenção, sendo por isso a bicicleta uma solução frequentemente adoptada.

Aliado à vertente económica, o recurso de tecnologias cada vez mais sofisticadas, conduz ao aparecimento de novas soluções e novos desempenhos. Ao longo da história, a bicicleta sempre foi influenciada pelo recurso a novos materiais e novas tecnologias, capazes de criar soluções mais complexas e mais eficazes, quer em aplicações mais usuais, quer em aplicações menos ortodoxas, como o caso da sua utilização em actividades bélicas, ou inclusive em competições que põem à prova, não só as capacidades atléticas do ciclista participante, mas também as capacidades técnicas e funcionais dos modelos utilizados.

A influência cultural que a sociedade exerce sobre a bicicleta assume um papel diferenciado consoante o tipo de população, seja ela de países desenvolvidos ou subdesenvolvidos, mantendo uma posição de proximidade e de grande afectividade para com a bicicleta, ou pelo contrário de grande distanciamento, onde esta é vista apenas como sendo mais um objecto criado e à mercê do Homem, sem lhe ser reconhecido qualquer outro valor que não o essencialmente funcional.

As culturas, onde pelas mais variadas razões a bicicleta é mantida muito próxima, incluem no seu quotidiano e na sua estrutura, actividades onde a bicicleta desempenha um papel importante, quer no bom desenrolar das necessidades dessa mesma sociedade, quer nas actividades de menor importância e de lazer. Nas culturas onde a familiaridade não é tão grande, a bicicleta assume por vezes um papel secundário e até discriminatório, resultante do tipo de “status” social intimamente associado à da sua utilização.

A influência cultural e social sobre a bicicleta foi determinante na época do pós-guerra. A variante do design industrial, denominada de “Styling”, influenciava os produtos concebidos na altura, conferindo aos objectos configurações aerodinâmicas, numa clara intenção de seduzir um público com gosto para a velocidade.

A bicicleta não foi excepção, e algumas propostas provenientes desta nova tendência, resultaram inclusive em propostas com um carácter manifestamente “*Kitsh*”, onde a principal função do veículo é relegada para um papel secundário em detrimento de um exagero e despropositado formalismo. O marketing começava a ser preponderante para a boa aceitação dos produtos nos mercados.

Nos últimos anos a consciencialização de uma problemática à escala mundial tem vindo a influenciar pela positiva a aceitação e utilização cada vez mais crescente da bicicleta: a

ecologia. A consciencialização da necessidade de rentabilizar recursos naturais e preservar os meios existentes, tem proporcionado à bicicleta tornar-se numa alternativa aos outros transportes poluidores do meio ambiente, pelo simples facto de não ter grandes implicações ambientais. As atenções começaram a recair novamente sobre a bicicleta, principalmente por parte de um cada vez maior número de pessoas interessadas nas questões ecológicas, expressas na utilização de transportes alternativos aos mesmos nocivos ao meio ambiente.

O surgimento, proliferação e aceitação deste veículo teve repercussões na própria sociedade, quer como participante no quotidiano das populações, quer como elemento de referência no seio dessas mesmas sociedades.

Urbanisticamente, a bicicleta implicou a transformação dos espaços, criando ou adaptando elementos arquitectónicos e de equipamento, para melhor responder às necessidades provenientes da utilização deste veículo. A criação de vias específicas, designadas de ciclo vias, de parques para estacionamento, e equipamento de apoio, seja equipamento informativo, normativo ou equipamento de suporte à sua utilização, são o resultado da interactividade e do diálogo existente entre o veículo e as sociedades.

A afirmação da bicicleta implicou também a necessidade de regulamentar a sua utilização, implicando adaptações às normas do Código de Estrada que rege o tráfego de todos os meios de transporte. No Código de Estrada estão estabelecidas regras de conduta para que a coabitação entre todos os tipos de transporte possa ser feita de forma lógica, e que seja do conhecimento geral de quem utiliza as ruas e estradas para se fazer movimentar, seja em automóvel, motorizada, bicicleta ou de outra forma.

Dos meios de transporte conhecidos, a bicicleta adquire um papel preponderante por ser um dos primeiros meios, que o Homem desde há séculos é capaz de utilizar, explorar e dominar, permitindo desenvolver a sua capacidade motora, reflexiva e de equilíbrio. A sua utilização implicou lidar com as noções de controlo e de disciplina, necessários à integração no sistema rodoviário. Assim, é muito natural que a bicicleta seja um aliado importante e frequentemente utilizado nas campanhas de sensibilização sobre a circulação rodoviária, para tentar inculcar desde logo, o respeito e responsabilidade a ter entre condutores.

As repercussões económicas resultantes da utilização da bicicleta são notórias numa análise macro económica, pelo contributo que as empresas envolvidas têm, directa e indirectamente, nas economias e pela responsabilidade civil e social que elas mesmo têm perante a sociedade.

Individualmente, a utilização deste tipo de veículo implica repercussões directas no orçamento familiar, não só pelo baixo custo de aquisição, como pelo baixo custo de manutenção associado a este transporte, aquando comparado com outras alternativas. A tal facto não estará dissociável de nos momentos de menor vigor das economias, a procura pela utilização desta forma de transporte seja maior do que em situações de desafio financeiro.

Culturalmente, a importância da bicicleta foi desde muito cedo motivo de debate e de admiração, como grande parte de tudo aquilo que é inovação, por parte de estudiosos e pensadores que viam nesta uma forma de libertação e de afirmação. A título de exemplo, podemos referir a utilização da bicicleta por parte da mulher, antevendo a tão almejada igualdade entre sexos, desde sempre reclamada pelas feministas e movimentos associados.

Inicialmente, a utilização da bicicleta era exclusivamente masculina, restando à mulher o recurso a triciclos que eram mais estáveis e permitiam a utilização de vestuário mais de acordo com os estereótipos da época. O aparecimento da bicicleta com quadro para senhoras veio reformular toda uma perspectiva social relativa à liberalização da mulher, permitindo que esta se livrasse de alguma complexidade do seu vestuário e utilizada como instrumento na luta para a igualdade de direitos, como refere o sítio brasileiro [www.bicibr.hpg.com.br](http://www.bicibr.hpg.com.br) ] A mania da bicicleta aniquilou as armações e os espartilhos (peças do vestuário feminino do século passado), instituindo um vestuário mais prático para as mulheres e aumentando a sua mobilidade consideravelmente. ... [1].

## **2.1 – A Bicicleta em diferentes culturas**

A importância da bicicleta nas variadas culturas é diferente por, entre outras, razões históricas, intelectuais, económicas, sociais, geográficas e climatéricas.

A Europa, por ser o continente de origem da bicicleta, desenvolveu ao seu redor uma postura de grande proximidade e cumplicidade com este evento, manifestada pelo grande número de defensores que este evento tem.

É reconhecida a importância que a bicicleta adquiriu, principalmente em países europeus como a Holanda, Dinamarca, Noruega, Suécia, Finlândia e Alemanha. É-nos quase impossível dissociar a bicicleta de culturas como por exemplo a holandesa, ou a finlandesa, onde frequentemente se observa, *in loco* ou através de imagens registadas, a forte presença de inúmeros veículos de duas rodas nas ruas e no quotidiano destes países, mesmo em cidades tão cosmopolitas como Amesterdão e Copenhaga, duas das mais importantes urbes do velho continente. Em Copenhaga, por exemplo, 30% da população faz-se deslocar em bicicleta na sua lida diária, o que é bastante se atentarmos à percentagem de utilização do automóvel (34%), dos transportes públicos (27%), ou pedonal (8%). Assim, não é de estranhar que na Dinamarca e na Holanda existam, entre 74 e 79 bicicletas por cada 100 habitantes, contrapondo às 33 bicicletas por habitante de países como a Espanha [2].

Um outro factor demonstrativo da aceitação da bicicleta nos diferentes países está no seu consumo. Em países como a Alemanha, França, Inglaterra, Itália e Holanda, o consumo de bicicletas durante o ano de 1999 cifrou-se entre 1.425.000 e 4.710.000 [3].

O reconhecimento da eficácia deste meio de transporte, fez com que os holandeses, construíssem uma rede de ciclo vias, que se estende por todo o país numa extensão de cerca 1700 km, estando prevista a construção de mais 6000 km, e que segundo Richard Ballantine "... é uma das maravilhas do mundo..." [4].

Esta rede, proporcionaria à sociedade holandesa uma maior facilidade e melhores condições de utilização da bicicleta, reflectindo-se em termos sociais pela boa aceitação que esta ainda mantém, mesmo nas altas esferas da sociedade. Para o comum holandês é encarado com toda a naturalidade que qualquer pessoa, independente do estatuto social ou do cargo desempenhado, se dirija para o seu local de trabalho recorrendo à bicicleta. Anormal, para eles, seria se para um tão curto espaço entre casa e o emprego, as pessoas utilizassem o automóvel, pois este ficaria mais dispendioso, menos prático e até mesmo, dependendo da distância, mais lento. Nesta sociedade racionalista, a bicicleta é tão frequente que mesmo para ocasiões de algum formalismo, como uma ida à ópera à noite em trajes de ocasião, os holandeses fazem uso deste veículo de duas rodas para se fazerem deslocar.

Os mais jovens fazem uso da bicicleta para as suas actividades, sendo normal à saída da escola ou de um concerto nocturno, ver jovens que após assistirem às aulas ou ao espectáculo, saírem com os seus velocípedes em direcção a suas casas (figura 1).



Figura 1 – Perspectiva de uma zona de estacionamento na cidade de Amesterdão [5].

Um dos factores pelos quais a bicicleta se manteve com relativo sucesso na sociedade holandesa está relacionado com as características territoriais do próprio país, uma vez que a sua superfície quase plana, ou com pouca variação de altura, permite que a movimentação do ciclista seja feita com menor esforço do que em terrenos mais acidentados.

Outras regiões, como a da cidade de Trondheim, na Noruega, as condições climáticas de neve e gelo, a normal obscuridade da época invernal e a sua geografia característica de zonas bastante montanhosas e de rios, não são suficientes para afastar e dissuadir a ideia de convencer as pessoas a recorrerem à bicicleta para se movimentarem no seu dia-a-dia. Muito pelo contrário, foi aprovada em 1989 um plano para a construção de ciclo vias, no intuito de inverter o transporte público, transformando a bicicleta numa eficaz alternativa à utilização de outros meios de transporte.

Na Finlândia, um país de condições climáticas reconhecidamente adversas, o uso da bicicleta está muito enraizado na população, que faz justificar a existência de mais de 10.000 km de estradas próprias para a utilização destes veículos.

A tendência, generalizada por toda a Europa, é a de serem construídas vias específicas e serem criadas condições para a utilização da bicicleta, visando combater um problema em crescimento desde o pós-guerra, que é o aumento do número de automóveis e outros meios de transporte motorizados. Estes, para além de estarem a tornar o tráfego das grandes metrópoles cada vez mais denso, têm também implicações ao nível do meio ambiente, pela quantidade gases libertados para a atmosfera, e têm também implicações ao nível da saúde, quer pelo *stress* acumulado, quer pelo número de horas no trânsito.

Começam a proliferar por toda a Europa propostas influenciadas pelas necessidades de recorrer a meios de transporte mais económicos, mais saudáveis, mais eficazes, de menor impacto ambiental e que permitam melhor escoamento do saturado trânsito das grandes metrópoles.

Países como a Holanda, Dinamarca, Noruega, Suécia, Finlândia, França, Reino Unido, Suíça, Espanha e Portugal, já identificaram as necessidades de construir ciclo vias, ou aumentar o número das já existentes, como forma a criar melhores condições de vida aos seus cidadãos.

A ligação cultural com a bicicleta noutros continentes, principalmente no americano, sofreu sempre influências relativas à aceitação e êxito desta nas sociedades europeias.

A bicicleta no continente americano, principalmente nos Estados Unidos, foi sempre influenciada pelos desenvolvimentos desta no continente europeu sobre esta tipologia de transporte, quer nos primeiros modelos desenvolvidos, quer mais recentemente em modelos mais eficientes.

A tendência, no pós-guerra, do aumento significativo do fenómeno motorizado implicou uma enorme mudança nas cidades e vilas americanas, que se viam agora invadidas por estradas, parques, estações de serviço, automóveis, e motorizadas.

Desde sempre que a população americana se mostrou mais receptiva à utilização do automóvel e da motorizada, do que propriamente da bicicleta. A facilidade de possuir um carro, os custos do combustível, e principalmente, questões do foro social como o "*status*" inerente à posse de um automóvel, fizeram que este fosse mais utilizado do que a bicicleta.

No entanto, alguns dos soldados participantes na última grande guerra, importariam o fenómeno velocipédico para a América, fazendo levar consigo alguns exemplares de bicicletas provenientes da Europa, dos quais se destaca o modelo de bicicleta igual ao de competição e que ficaria reconhecido pelas 10 velocidades que possuía.

O seu sucesso deveu-se ao facto de, apesar de ser constituído todo ele por componentes de ferro, era extremamente adequado ao transporte e a sua condução demonstrava ser bem

agradável. Assim, nas décadas de 50 e 60, era frequente ver alguma população americana a fazer uso deste transporte.

Os americanos, após a importação do velocípede, voltavam a “redescobrir” a bicicleta.

A utilização dos velocípedes era uma constante, por parte dos estudantes, nos campos universitários, recorrendo frequentemente à bicicleta para se deslocarem entre as residências e as universidades. Mais tarde, a utilização de bicicleta alargar-se-ia a outras formas, sendo cada vez mais frequente ver cidadãos americanos usufruindo dos seus modelos, ao fim do dia, nos parques e campos.

Este sucesso, aliada à crise petrolífera de 1973, fez com que a sociedade americana se reconciliasse com a bicicleta. O comércio e o aluguer de modelos não conseguiam satisfazer a procura, e mesmo questões como a escolha da aparência e da cor eram relegados para segundo plano. O que era necessário era um qualquer modelo que tivesse duas rodas e permitisse pedalar.

Se bem que nunca tivesse atingido a importância que atingiu na Europa, a bicicleta nos Estados Unidos conseguiu impor-se na cultura americana de tal forma que são hoje reconhecidas mundialmente personagens da cultura americana com fortes ligações a este veículo, como são o caso do ardina que distribui jornais porta-a-porta (Paperboy), os estafetas e os desportistas de alta competição.

Um outro factor, de grande importância na cumplicidade entre a cultura americana e a bicicleta, está no facto de ter sido criado nos Estados Unidos um dos modelos mais importantes na história da bicicleta e que ocupa actualmente uma grande percentagem de veículos procurados pelo público: a bicicleta de todo-o-terreno (figura 2).



Figura 2 – Modelo de bicicleta de todo-o-terreno [1].

Este modelo tornar-se-ia extremamente importante pelas implicações sociais, culturais e económicas que dele resultaram, primeiramente na sociedade americana e posteriormente propagando-se a outras culturas.

Este fenómeno provocaria uma nova e refrescada perspectiva sobre os meios de transporte, sendo utilizado por entidades oficiais como a polícia e a guarda costeira. E foi precisamente por meio de uma série televisiva designada de “Asas nos Pés”, em que uma patrulha da guarda costeira americana se fazia movimentar em bicicleta, que a mensagem sobre as várias utilizações e potencialidades desta seriam transmitidas para um grande número de pessoas de todo o mundo.

Esta série teria repercussões ao nível da utilização da bicicleta por parte do cidadão comum, mas também ao nível das várias instituições que perceberam o alcance que este tipo de

veículo pode oferecer como alternativa aos usuais meios de transporte. Em vários países, incluindo Portugal, foram criadas brigadas de patrulhamento de zonas habitacionais, comerciais e balneares, que circulavam em bicicleta.

No continente asiático a bicicleta sempre foi um dos elementos caracterizadores das urbes e da cultura de uma parte dos países.

Nas imagens mentais sobre uma qualquer cidade japonesa, tailandesa, cambojana e principalmente chinesa, torna-se indissociável a presença forte da bicicleta. A fácil constatação de grandes aglomerações de pessoas conduzindo ou estacionando as suas bicicletas evidencia a estreita ligação que estes povos orientais têm com a referida forma de locomoção.

Neste contexto, não é de estranhar a proliferação da indústria velocipédica em terras orientais. Países como Japão e Taiwan têm hoje uma forte indústria, resultante das condições económicas que proporcionam e também da ligação que estes têm com a bicicleta.

As condições sócio-económicas de grande parte das famílias não permitem despende muito dinheiro na aquisição de outros transportes mais caros. Por vezes o elevado número de familiares implicaria uma tipologia de transporte, que, para poder corresponder às necessidades de cada membro da família, seria extremamente difícil de conceber uma solução satisfatória e consensual.



Figura 3 – Xangai: Parque numa zona residencial característica da cidade [6].

Na China e outros países asiáticos, existem regiões em que o único meio de transporte existente é a bicicleta. Mesmo regiões mais populosas, como o caso de Pequim e Xangai, a bicicleta (figura 3) é de uso corrente, tanto na utilização normal para que as pessoas se possam deslocar, como na adaptação deste veículo para fins comerciais. Nas áreas da cidade de Pequim, designadas de "*hurongs*", é característico a presença de inúmeras bicicletas modificadas e adaptadas para o comércio (figura 4) de todo o tipo de alimentos confeccionados, frutas, peixe, etc.



Figura 4 – Pequim: “Bicicleta Cozinha” [6].

Nas cidades chinesas, assim como no Bangladesh, o tráfego em “horas de Ponta” (figuras 5 e 6) é “infernai”, as ruas são povoadas por milhares de bicicletas de utilização individual, de bicicletas transformadas para actividades comerciais e também por Riquixás. Estes modelos são bicicletas adaptadas para poderem transportar passageiros. Baseado numa estrutura semelhante à bicicleta de quadro em forma de diamante, estes “táxis” permitem transportar duas pessoas para além do condutor. Estes veículos são um dos ex-libris das metrópoles asiáticas e frequentemente solicitados pelos turistas visitantes.



Figura 5 – Pequim: “Hora de Ponta” para o trabalho. O recurso à bicicleta é mais barato e mais rápido do que utilizar o autocarro [6].



Figura 6 – Pequim: Avenida da cidade em “Hora de Ponta” [6].

Toda esta actividade velocipédica proporciona também propostas de trabalho de manutenção das bicicletas, sendo igualmente frequente a presença de mecânicos nas bermas das estradas para solucionar algum problema que impossibilite a continuidade da marcha (figura 7).



Figura 7 – Pequim: Oficina provisória instalada no passeio [6].

Um tão grande número de viaturas de duas rodas implica também condições de circulação, e, principalmente de estacionamento. As zonas de estacionamento são enormes, albergando por vezes centenas e milhares de bicicletas. Como seria a circulação e estacionamento nestas urbes se fossem utilizados maioritariamente automóveis?

No continente africano a bicicleta é um meio de transporte muito comum, mas as condições proporcionadas para a sua utilização, principalmente na África central, implicam que a sua aparência seja demasiado forte e robusta, para que possa resistir às estradas e caminhos por onde circulam.

Países como a África do Sul, ou mesmo no norte de África como Marrocos, possuem estradas com condições mínimas necessárias para a utilização da bicicleta, mas outros países como o Burkina-Faso, Tanzânia, Uganda, ..., não possuem uma rede viária condigna, daí que as máquinas que aí circulam tenham a necessidade de serem bem mais robustas do que se circulassem em boas estradas.

Os tipos de bicicletas utilizadas nas estradas e caminhos africanos não primam por serem construídas em materiais sofisticados, uma vez que não seriam aconselháveis às estradas e caminhos irregulares, poeirentos e desérticos. As débeis condições económicas levaram à

criação de modelos de bicicletas preparadas para as tarefas necessárias às lidas diárias das populações africanas (figura 8).

Para fazer face à escassa oferta e aos elevados preços de bicicletas mais sofisticadas, alguns modelos são construídos recorrendo a matérias naturais existentes nas diversas regiões: a madeira.

Estes veículos, extremamente simples, são manifestamente toscos, sem qualquer tipo de mecanismo para a sua locomoção, baseando-se, tal como os primeiros modelos da história da bicicleta, na aplicação de força pelas pernas e pés contra o solo para fazer accionar a viatura.



Figura 8 – Pormenor de uma bicicleta executada na sua totalidade em madeira [7].

Por outro lado, a utilização da bicicleta em regiões de Africa não se restringe somente ao transporte do indivíduo. Em muitos casos, a bicicleta é utilizada na actividade diária do seu utilizador, ajudando-o nas tarefas, como documenta a imagem da (figura 9) [12].



Figura 9 – Um cidadão do Ruanda faz uso da sua bicicleta em madeira para transportar os vegetais que havia negociado no mercado local [8].

Os percursos turísticos efectuados em regiões africanas de bicicleta são condicionados segundo áreas de conflito armado, de fome, de assaltos, ou regiões de fácil contágio, que impossibilitam a utilização deste meio de transporte nessas áreas.

## **2.2 - A bicicleta em Portugal**

### **2.2.1 - Do surgimento da bicicleta em Portugal até aos nossos dias**

O aparecimento da bicicleta em terras lusas ocorre muito mais tarde do verificado noutros países europeus.

Os primeiros relatos com alusão ao usufruto de uma máquina em tudo semelhante às bicicletas remontam a meados da década de 70 do século XIX.

Em 1875 alguns jovens portugueses, filhos de estrangeiros, são vistos a passear nas artérias lisboetas fazendo uso de Celeríferos e Draisinas. Os contactos com o exterior e as posses monetárias tornaram possível a aquisição de modelos já divulgados noutras culturas.

O gosto evidenciado na utilização dos modelos foi importante na divulgação e aceitação deste tipo de transporte por parte da sociedade de então, que pela primeira vez podia ver "*in loco*" a presença de tão propalado sucesso em terras europeias.

Anos mais tarde, em 1878, várias pessoas de estratos sociais com poder económico, conseguiram modelos vindos do estrangeiro para utilizar diariamente nas suas actividades de transporte, recreio, turismo e desporto.

A frequente utilização por parte de Herberto Dagge, português e filho de estrangeiros, de um modelo de duas rodas nas ruas de Lisboa, foi um marco importante na introdução e implementação da actividade ciclística em Portugal. Tal facto valeu referências na imprensa local de então, fazendo descrições dos usuais passeios deste na baixa lisboeta, o que foi inadvertidamente uma forma de propagandear a existência de tal viatura.

Na mesma época a revista "Tiro Civil", revista de desporto, faz uma referência ao facto de também um outro português, descendente de estrangeiros, ter sido visto nas ruas da cidade do Porto fazendo-se passear na sua máquina.

Para a implementação da actividade no país foi importante o aparecimento de duas colectividades, cuja função passaria por organizar provas destinadas à participação de todos os familiares, passeios domingueiros e estendendo o convite de participação a ciclistas estrangeiros, como foram o Velo Club e o Real Velo-Club do Porto.

O avanço da actividade em Portugal sofreu um rápido e crescente entusiasmo, com as notícias vindas do exterior relativamente aos avanços tecnológicos provenientes principalmente vindos de França e Inglaterra. O entusiasmo à volta destas novidades fizeram aumentar o número de adeptos ávidos de melhoramentos a introduzir nas bicicletas de então.

As faculdades de perícia demonstradas por António Calheiros, no veículo por si importado no ano de 1884, influenciaram sobremaneira, o então jovem Diogo de Orey a estudar na Alemanha, que ao presenciar as façanhas conseguidas por Calheiros, se sentiria impelido a experimentar tal actividade.

Os primeiros desafios, ou provas ocorridas entre os primeiros ciclistas nacionais, ocorreriam a 7 de Maio de 1885 realizando-se no hipódromo de Belém.

O fenómeno era atractivo para as classes sociais mais abastadas, só elas capazes de condições financeiras para a aquisição destes modelos que eram importados de outros países. Pelo mesmo motivo não é de estranhar que todos os nomes ligados à velocipedia de então eram pertencentes de famílias bem posicionadas socialmente.

Num outro pólo, membros ligados às áreas da cultura, não eram indiferentes ao evento, mostrando-se mesmo entusiasmados e defensores da sua utilização. Segundo Manuel Reis, nomes como o "...poeta Carlos Malheiro, o bacharel Sousa Júnior, Sebastião Herédia, Jorge

Norton, José Bento Pessoa, entre outros, ..." tutelavam pela proliferação da bicicleta e da actividade a ela inerente [9].

A crescente adesão à bicicleta tornou a modalidade cada vez mais popular e aceite pela sociedade da altura. Fazendo face à evolução atingida proporcionar-se-ia a formação de várias colectividades destinadas a esta actividade. Começam a surgir agremiações como o Real Ginásio Clube, Ginásio Clube Português, Real Velo-Club do Porto e o Real Club Velocipédico.

O carácter elitista patenteado então pelo ciclismo propiciou que altas individualidades dos campos da arte e da intelectualidade manifestassem todo o interesse em de alguma forma estarem ligados à modalidade. É neste quadro que surgem nomes como os actores Jorge Grave, Inácio Peixoto, Dr. João Calazans, Eduardo Brazão e o Conde Paço Vieira.

A moda da bicicleta generaliza-se nas camadas sociais mais abonadas.

As novidades ocorridas no que concerne à bicicleta, começam mais facilmente e mais rapidamente a ser conhecidas e divulgadas em Portugal, o que permite aos ciclistas lusos estarem a par do que de novo surgia ao nível das propostas de novos materiais, novos componentes e novos modelos que apareciam principalmente na Europa.

Os passeios efectuados em bicicleta e as provas que eram organizadas na altura eram fortemente penalizados pelas fracas condições das estradas, cujo piso rugoso e os buracos existentes dificultavam sobremaneira a marcha e o andamento das bicicletas.

Em 1895 o ciclismo, enquanto actividade desportiva, beneficiando do facto de ser manifestamente praticado pelas elites, desenvolveu acções de carácter social, tendo sido organizadas provas com a simples finalidade de reunir verbas para entregar a instituições de apoio social.

Aproveitando uma faceta desportiva, a utilização da bicicleta foi também incentivada como fim terapêutico, pelos benefícios de saúde resultantes da sua usufruição. O interesse manifestado por este tipo de veículo tinha agora outros, e válidos, argumentos para justificar a crescente adesão.

O aumento da utilização destes modelos implicou que em 1896 fosse criado, no Campo Grande em Lisboa, o primeiro parque de estacionamento destinado às bicicletas, implicando alterações urbanísticas resultantes da crescente procura e utilização deste tipo de transporte por parte dos cidadãos.

Apesar da importância que a bicicleta já conquistara, existiam ainda alguns focos de discordância e de resistência à sua utilização. Mas em 1897, algumas intervenções foram relevantes no sentido de apoiar e reconhecer à bicicleta o seu devido valor, principalmente como meio de transporte adequado para poder chegar a certas regiões onde outros meios não o conseguiam. Para isso, foi extremamente importante a autorização da igreja em permitir que os padres utilizassem a bicicleta como meio de transporte para se poderem movimentar entre as suas paróquias.

Outro acto importante coube ao Rei Dom Carlos, que ao solicitar a um experiente ciclista que pudesse ensinar o príncipe a andar de forma eficaz, demonstrou a aceitação e o apoio que este monarca tinha para com a utilização da bicicleta.

A evolução do número de bicicletas em Portugal levou a que a atenção dos ciclistas se virasse para os encargos que recaíam sobre a bicicleta, organizando manifestações para sensibilizar a coroa para a diminuição dos encargos inerentes à aquisição e utilização destas máquinas.

Naquela época a utilização da bicicleta só era possível quando acompanhada por uma licença que atestasse os conhecimentos e destreza por parte do seu condutor, nomeadamente em manobrar e dominar tal veículo. Para isso era necessário ao ciclista candidatar-se a tal

certificado, recolhendo 10 assinaturas de pessoas que atestavam que o pretendente à licença sabia “rolar” correctamente.

A verificação de tal atestado era ainda pouco prático, pois sempre que um polícia quisesse controlar a autorização para guiar a bicicleta, o ciclista era obrigado a interromper a marcha e parar. Mais tarde, um aficionado da bicicleta, Barros Queiroz, simplificaria todo este processo ao criar chapas identificadoras que certificavam o ciclista, não tendo este que parar constantemente.

A bicicleta encontrava-se na sua fase expansiva em Portugal e o seu peso e importância começavam a fazer-se notar, como o exemplo da cedência do espaço do Terreiro do Paço pela Câmara de Lisboa para utilização dos veículos, em detrimento dos jogos de futebol que até então se realizavam naquela área.

A actividade velocipédica neste final de século XIX era já amplamente conhecida e difundida da sociedade nacional, mas desportivamente era ainda dependente do país vizinho, isto até 1899, ano em que foi criada a União Velocipédica Portuguesa e que nos dias de Hoje é designada por União Velocipédica Portuguesa – Federação Portuguesa de Ciclismo.

O sucesso do fenómeno bicicleta era alimentado pela organização de vários passeios com um número de participantes extremamente significativo, como relatava um artigo da revista de desporto “*Tiro e Sport*” de 12 de Janeiro de 1907, sobre a realização de um passeio de Lisboa a Sintra, “...Aos beiraes das estradas e às janellas das moradias afluíam à passagem deste grupo de cavallos de aço, os moradores chamados pelos ruídos das cento e tantas buzinas...”. A realização de tal evento foi de tal importância que segundo o jornalista ficaria “...registado a ouro nos annaes da velocipedia portuguesa...” [10].

As primeiras décadas do século XX seriam marcadas pelas dificuldades resultantes das duas grandes guerras à escala mundial, abrandando a procura, ao mesmo tempo que a indústria do sector tentava tornar a bicicleta mais acessível à população com menos recursos económicos.

A “massificação” da bicicleta foi também importante na sociedade portuguesa do pós-guerras, onde muitas famílias se viam a braços com dificuldades de vária ordem e a bicicleta era um meio de transporte acessível ao mesmo tempo que era rápido e eficaz na movimentação do quotidiano. Os portugueses viam neste meio de transporte uma forma de se movimentarem para os empregos, em passeio de fim-de-semana ou inclusive para desenvolverem as suas actividades profissionais. A disponibilidade da bicicleta aliada ao seu carácter extremamente prático e simples tornaram-na numa forma de transporte extremamente solicitada, por algum comércio, para fazerem transporte de mercadorias de pouco peso e pequena dimensão.

A realização da primeira Volta a Portugal no ano de 1927, seria o inicio de uma prova que iria apaixonar, ao longo dos vários anos de existência da mesma, inúmeros aficionados adeptos da utilização da bicicleta e que viam na realização desta prova, uma tomada de posição no que se refere à escolha do seu favorito na competição. A escolha do ciclista de maior agrado é por vezes uma forma das pessoas se manifestarem e defenderem os seus ideais, representados por aquele ciclista com que mais se identifiquem, por representar uma certa colectividade, por serem conterrâneos ou por uma outra razão qualquer.

A indústria de bicicletas que entretanto se tinha criado e expandido, desenvolveria modelos simples na perspectiva de poder responder às necessidades manifestadas, quer pela utilização pessoal, quer no transporte de cargas, como é exemplo o modelo nacional com designação de “Yé-Yé”. Este modelo consiste num quadro “*tipo Humber*” pintado de preto, designação “Yé-Yé” pintado em dourado, rodas de 700 mm, selim com molas, guiador recto, luz de frente gerada através de um dínamo que encosta ao pneu da roda da frente e na sua traseira tem uma estrutura metálica para transporte de pequenas cargas.

Nas décadas pós-guerra a bicicleta adquiriu uma importante conotação social. As imagens de operários a deslocarem-se para as fábricas em cima de bicicletas, jovens a entregar

encomendas nas suas máquinas ou mesmo o namorado para ir ver a sua amada se fazia deslocar de bicicleta, são imagens facilmente associadas à sociedade portuguesa do pós-guerra.

Nos últimos vinte anos em Portugal a bicicleta tem vindo a reconquistar espaço perdido para outros meios de transporte. A nova aproximação entre o público e a bicicleta, tem sido feita à base de uma nova perspectiva social do evento, como resultado de uma significativa melhoria de imagem e de desempenhos por parte desta, principalmente as novas utilizações ao ar livre, explorando situações que até aqui há uns anos eram impossíveis. Por outro lado, o incremento das actividades de lazer tem ajudado a que a bicicleta seja cada vez mais uma das formas escolhidas para fazer passar o tempo.

É hoje em dia muito frequente, quando o tempo assim o convida, ver em plena estrada automóveis munidos de estruturas suporte com as respectivas bicicletas em cima, numa clara alusão a tempos de descontração passados, ou por passar em cima de uma bicicleta.

Actualmente começam a surgir alguns cidadãos preocupados com questões ambientais e de tráfego, mais sentidas nas grandes cidades, que amiúde fazem da bicicleta o seu meio de transporte do dia-a-dia. A nova tendência de construção de condições próprias para os ciclistas, previstas por alguns Planos Directores Municipais (PDM), são vistos pelas entidades responsáveis como um forte contributo para a incitação à utilização da bicicleta.

### **2.2.2 - Zonas de maior proliferação da bicicleta em Portugal**

Em Portugal existem regiões onde a presença da bicicleta é mais frequente. A morfologia do terreno e as condições sócio-económicas das populações são factores importantes para a aceitação e integração da bicicleta no quotidiano.

O carácter geográfico das diferentes localidades, a quantidade de tráfego nas estradas, as estradas, os locais disponíveis para aparcas, as condições disponibilizadas por parte das entidades empregadoras e as condições económicas das populações de cada localidade, são factores condicionantes na familiarização das populações das diferentes regiões de Portugal com a bicicleta.

As regiões de terrenos menos acidentados tornaram-se propícias à utilização da bicicleta, pois não implicam grandes gastos energéticos para ultrapassar desníveis de altitude. Regiões como Santarém, Cartaxo, Aveiro, Águeda e também o Alentejo, são áreas onde a bicicleta é vista como meio de transporte usual em qualquer deslocação que seja preciso efectuar.

Estas regiões mais interiores do que as grandes cidades do litoral, usufruem de condições de tráfego completamente distintas, uma vez que não têm a mesma quantidade de veículos que é característico nas estradas das grandes cidades como Lisboa e Porto, de espaço, uma vez que o espaço nas cidades é muito mais disputado e rentabilizado, e de tempo, pois o ritmo de vida nas cidades é mais elevado dependendo da grandeza dessa mesma cidade.

A economia dessas regiões é também factor condicionante à utilização da bicicleta, pois são regiões com forte predominância de fábricas e campos, onde se torna possível disponibilizar para as pessoas que aí trabalham de condições agrícolas necessárias para poderem deslocar-se para o trabalho de bicicleta. Em muitas fábricas, principalmente na zona centro do país como Águeda ou Aveiro, é frequente constatar nos parques externos às empresas, além de lugares para os automóveis, a existência igualmente de lugares com equipamento para estacionamento de bicicletas, demonstrando a importância que este meio de transporte ainda tem nestas localidades.

Nas grandes cidades do litoral, rendidas ao automóvel, este tipo de intervenção é pouco viável a breve trecho, com a excepção da cidade de Aveiro que foi pioneira em Portugal em implementar medidas de incentivo à utilização da bicicleta nas actividades diárias da população, através do projecto "Buga" que consiste numa rede ciclista espalhada pela cidade e que disponibiliza em vários pontos bicicletas para que as pessoas se possam deslocar mais

facilmente dentro do espaço delimitado pela urbe. Outras cidades existem, como por exemplo o Porto e Viana do Castelo, onde se começam a fazer os primeiros estudos de implementação de medidas para que a utilização da bicicleta seja uma realidade a breve trecho.

Perante este panorama é notória a discrepância da utilização da bicicleta entre o litoral e o interior e, mesmo no litoral, entre as grandes e pequenas localidades.

As zonas de Águeda e Aveiro, particularmente, são regiões onde a bicicleta é manifestamente um modo de vida, quer pela sua utilização no dia-a-dia das populações, quer pela indústria afecta e situada nessas regiões. Águeda é fortemente conhecida pela quantidade de empresas e instituições agregadas ao fenómeno velocipédico. Em todo o país é a área que, segundo os dados fornecidos pela Associação Nacional dos Industriais de Bicicletas, Ciclomotores, Motociclos e Acessórios (ABIMOTA), existe maior número de empresas directa e indirectamente ligadas ao mercado das bicicletas [11].

Regiões há mais a norte que a ligação à bicicleta é feita através da competição, ou seja, no norte do país a bicicleta é sinónimo de ciclismo de competição, sendo este desporto muito bem aceite. Principalmente nas épocas de Verão, ocorrem muitas festas de carácter religioso que são organizadas pelo país fora que incluem nos seus programas festivos corridas de ciclismo.

Nas restantes regiões de Portugal, a bicicleta é vista como um meio de lazer identificada com os passeios de fim-de-semana ou com as épocas de férias.

### **2.3 – A cidade e a bicicleta**

O aumento e extensão das cidades industriais e pós-industriais do século XX foram ampliados sem quaisquer tipos de constrangimentos, ou regras, com normas de utilização que permitissem um crescimento projectado e sustentado dos espaços habitacionais.

Com efeito, o crescimento urbano verificado a partir dos anos 60, juntamente com o incremento do rendimento *“per capita”*, fez emergir e generalizar a utilização do veículo privado.

A proliferação de actividades do sector terciário nos centros tradicionais das cidades fez com que a área habitacional, até então existente nesses mesmos espaços, se deslocasse para fora dos centros urbanos. Tal movimentação, aliada às potencialidades dos meios de transporte existentes, fizeram com que as populações se deslocassem para o exterior e criassem novas formas de habitabilidade periféricas referenciadas como *“dormitórios”*, dando origem ao aparecimento de uma nova estruturação designada de *“subúrbio”*.

A estrutura de novas áreas de habitação implicou a criação e desenvolvimento de sistemas de comunicação rodoviários e ferroviários, que permitissem a ligação entre os novos pontos de referência: partida/destino, habitação/trabalho.

O afastamento entre o espaço habitacional e o espaço laboral, implicou uma nova perspectiva sobre a cidade, tanto ao nível dos espaços físicos, como das organizações, das estruturas, dos fluxos, da mobilidade e por consequência dos ritmos impostos. A cidade tende a uma postura de frequência em contraposição à postura habitacional, agora deslocada para os novos centros emergentes nas periferias. O homem na cidade tende a passar de habitante a frequentador.

Na cidade, ao *“Homem habitante”* sucede o *“Homem frequentador”*, implicando alterações nos relacionamentos do Homem quer com os espaços, quer entre si. As relações de proximidade Homem/espaços e Homem/comunidade são em ordem de grandeza inversa às diferenças entre *“Homem habitante”* e *“Homem frequentador”*.

A nova organização funcional aliada à estruturação espacial, económica e social, são produtoras de novas perspectivas da cidade e geradoras de novas problemáticas implícitas na identidade, mobilidade, sustentabilidade, ..., das cidades.

A perspectiva da cidade passa a ser efectuada segundo um sistema entendido a uma escala mais ampla, estendendo-se a toda a área metropolitana. A cidade deixa de possuir apenas um centro tradicional, monocêntrica, para passar a incluir novos e competitivos centros dispersos por toda a metrópole, policêntrica.

A dispersão dos centros que passam a compor a cidade implica grandes alterações, principalmente na mobilidade, funcionalidade e estruturação das urbes, onde os transportes, tanto individuais como colectivos, passam a ter um papel de grande importância para a boa orgânica da cidade.

Os espaços públicos alteram-se, e as ruas e praças passam a usufruir de um carácter mais técnico em detrimento de pontos de pausa, comunicação e convívio das populações habitantes, tornando-se espaços mais distantes e frios, ou seja, mais impessoais.

O fenómeno automóvel, pela sua individualização, contribuiu também para o afastamento entre a sociedade e a cidade. A facilidade em se movimentar e deslocar proporcionada pelo automóvel foi, nas cidades contemporâneas, levada até ao limite, assistindo-se agora inclusivamente à "...falência do sistema de mobilidade, baseado em caixas individuais, volumosas...", sendo necessário repensar e projectar, de uma forma sustentada, novas soluções e novas estratégias capazes de nos permitir deslocar mais facilmente e mais eficazmente, dentro de uma nova realidade onde parâmetros como a mobilidade, a flexibilidade, a fluidez, e principalmente a sustentabilidade, são cada vez mais importantes [12].

A excessiva utilização do transporte individual, principalmente do automóvel, criou um problema que é imperativo resolver. A consciencialização da "*massificação*" de utilização do automóvel levou a que, várias entidades responsáveis tenham reflectido sobre a utilização de novas formas de transporte que possibilitem respostas alternativas às condições actuais, verificadas nas grandes aglomerações populacionais.

Actualmente, o número de pessoas que pedalam diariamente, 800 milhões, são como que uma "*lufada de ar fresco*" no intenso tráfego provocado, principalmente pelos 500 milhões de automóveis que circulam por todo o mundo.

As vantagens inerentes à sua utilização foram reconhecidas, e cada vez mais evidenciadas, após um período em que foi relegada para segundo plano pelo automóvel, reaparecendo nos últimos tempos, nas sociedades contemporâneas, como uma das várias formas de ajudar a projectar e construir um sistema rodoviário sustentado das cidades.

As dificuldades provenientes da má gestão urbana e ecológica revertem agora em favor da bicicleta e de outros meios de transporte alternativos, respeitadores dos recursos naturais, e que possibilitam a implementação de uma política de transportes eficaz no combate às novas problemáticas com que as mesmas sociedades se deparam actualmente.

A bicicleta tem uma relação com a cidade de cercania e cooperação mútua, que desde sempre foi caracterizada por aproximações e recuos entre ambas as partes.

Na história as implicações mútuas entre a bicicleta e a cidade, sempre foram caracterizados por um diálogo mais ou menos próximo, numa relação de causa e efeito em ambos os sentidos. Desde o surgimento do modelo velocípede que as repercussões urbanas e sociais provocadas pela bicicleta se fizeram sentir, desde as primeiras pistas nos parques de Paris mandadas construir pela autarquia francesa, até às profissões que utilizam a bicicleta como meio para executarem o seu trabalho. No sentido inverso, a bicicleta teve que se moldar às influências e necessidades sociais, como o exemplo do aparecimento de vários acessórios com o intuito de responder mais eficazmente às necessidades então verificadas.

A utilização da bicicleta não pode, nem deve ser encarada como "A" resolução para toda a problemática proveniente do sistema viário actual, mas sim como um parceiro estratégico e cooperante na resposta aos desafios com que nos deparamos no quadro dos transportes.

No entanto, a introdução da bicicleta no sistema rodoviário é sinónimo de vantagens, obstáculos e condicionantes.

Os factores positivos, ou vantagens, provenientes da implementação de utilização deste meio de transporte são vários:

- Rentabilização de recursos renováveis e não renováveis, quer ao nível energético quer ao nível das matérias;
- Melhor qualidade ambiental, através da diminuição dos valores de poluição do ambiente, do ruído e da qualidade do ar;
- Menor ocupação espacial das infra-estruturas, pela menor necessidade de espaços e construções, na regulação e conservação da circulação, e que por ser menos oneroso, tem repercussões directas a nível económico;
- Maior autonomia. Principalmente pela liberdade de utilização, disponibilidade, custos e maneabilidade, independentemente do seu utilizador, seja ele de idade mais ou menos avançada;
- Menor perigo. A capacidade da utilização da bicicleta gerar perigo é muito reduzida, no entanto, pode ser uma forma de transporte mais arriscada do que outras;
- Nas distâncias curtas, até 5 km, a bicicleta possui argumentos válidos para a sua utilização. A sua disponibilidade permite-lhe ser mais rápida do que outras formas de transporte, gastando-se menos tempo nas deslocações porta a porta, quando as distâncias são relativamente pequenas;
- Saúde. Melhora a saúde dos seus usufruidores, com benefícios gerais da população;
- Socialmente, provoca uma maior comunicação entre a população pela maior proximidade entre os indivíduos e iguala os estratos sociais inseridos na política de transportes.

Quanto aos obstáculos que demovem a utilização da bicicleta, estes podem ser agrupados em três grupos distintos: Os relacionados com o esforço físico (distância e inclinações do terreno; clima; contaminação e ruído; capacidade de carga); os relacionados com a disponibilidade do veículo e; as relacionadas com as questões ligadas à segurança (risco de acidente ou furto). Assim, pode-se resumir as desvantagens em:

- Distâncias e inclinações do terreno. A dependência de locomoção da bicicleta da força muscular do ciclista faz com que a morfologia e comprimento dos percursos seja factor importante na viabilidade de utilização deste veículo. Distâncias demasiado longas e desníveis acentuados ao longo dos percursos são entraves à utilização da bicicleta;
- Clima. Naturalmente as condições climatéricas podem ser um factor preponderante, pois condições atmosféricas adversas como chuva e vento, muito frio ou muito calor, não são favoráveis à utilização deste veículo, mas em condições de tempo amenas torna-se convidativo a utilização da bicicleta;
- Contaminação e ruído. A integração da bicicleta no tráfego conjuntamente com outros transportes é sujeita à contaminação do ar e ruído provocados por outros veículos motorizados;
- Capacidade de carga. A volumetria e o peso são factores importantes a ter em conta para o transporte de cargas. As cargas passíveis de serem transportadas, não deverão ser demasiado volumosas nem demasiado pesadas, pela dificuldade de movimentação que podem causar ao ciclista.
- Disponibilidade do veículo. A prontidão e preparação da bicicleta permitem ser utilizada tanto no transporte de pessoas como no transporte de cargas.

- Risco de acidente. Não é possível objectivar a relatividade de acidente implicada na utilização da bicicleta, no entanto é reconhecidamente uma forma arriscada de transporte pela fragilidade estrutural do veículo e principalmente pela quase inexistência de elementos preventivos aquando a ocorrência de acidentes;
- Risco de roubo. O peso e a maneabilidade da bicicleta fazem com que seja um risco presente de facilidade de roubo.

O uso da bicicleta no meio urbano implica também um conjunto de condicionantes que não dependem particularmente do veículo por si só, mas sim por um conjunto de opções e políticas implementadas em cada cidade ao longo dos anos. As condicionantes podem ser divididas em cinco vertentes interrelacionadas:

- Derivadas do modelo urbano. Uma das principais implicações na utilização da bicicleta nos percursos a efectuar está directamente ligada com as distâncias a percorrer. Assim o uso da bicicleta é manifestamente superior num modelo de cidade médio do que cidades pequenas ou grandes, pois nas cidades grandes as distâncias entre origem e destino tornam-se demasiado grandes, enquanto nas cidades pequenas a proximidade entre o destino e a origem não necessita o recurso a qualquer tipo de transporte, podendo ser efectuado a pé;
- Derivadas do modelo de transportes. Esta condicionante, na sequência da anterior, resulta da política de transportes para cada localidade para os seus espaços e como a bicicleta conviverá com os outros meios de transporte;
- Derivadas do desenho viário. Deriva da importância adquirida, dentro do sistema viário imposto, para melhor responder à política de transportes implementada. As vias específicas, a configuração dos cruzamentos das diferentes vias dos automóveis e das vias específicas para bicicleta, qualidade paisagística, pavimentação, mobiliário urbano, etc.;
- Derivadas da gestão do tráfego. A competição pelo espaço destinado aos transportes é assumida pelos transportes motorizados, pela bicicleta e pelos peões, cabendo às políticas de trânsito determinar espaços relativos a cada um deles;
- Culturais. A eleição do meio de transporte seleccionado por cada pessoa, não implica somente questões como economia e tempo, mas depende também da cultura individual representada na escala de valores atribuída a cada um dos meios existentes para cumprir a função de se movimentar.

### **2.3.1 – Espaços destinados à bicicleta**

A utilização de qualquer meio de transporte implica à partida, uma condição material e física, para poder desempenhar a sua função de ligar as duas extremidades dos percursos que se pretenda efectuar. Assim, a existência de um qualquer transporte implica um outro factor físico que possibilite ao primeiro desempenhar correctamente, e da forma mais eficaz, a sua função, ou seja, à condição material dos automóveis, motorizadas, bicicletas e outros, implica uma outra condição física, a existência de estradas, estacionamento, edifícios, equipamentos e outros, capazes de sustentar a viabilidade dos meios próprios para a deslocação entre dois pontos.

Os espaços destinados ao uso dos referidos meios podem ser exclusivos ou partilhados, do domínio público ou privado, interiores ou exteriores, permanentes ou efémeros.

A bicicleta diferencia-se das outras formas de transporte por uma questão de escalas, principalmente no que concerne à proporção do número de utilizadores por veículo (tendo como referência as bicicletas maioritariamente utilizadas de apenas um lugar), a volumetria, o espaço necessário ao desempenho da sua função e a capacidade de carga. A utilização da

bicicleta implica uma menor necessidade espacial para qualquer uma das referências atrás mencionadas.

Os espaços destinados à bicicleta podem ser divididos em três partes distintas: espaços externos, espaços internos e espaços necessários ao seu transporte.

No exterior existem vários espaços que se destinam à utilização por parte da bicicleta, sejam espaços de transição como ruas, corredores, ciclo vias, pistas, caminhos, parques e trilhas, ou espaços de abrandamento e paragem como parques de estacionamento, bancos de jardim, postes ou qualquer outro lugar capaz de se poder encostar a bicicleta.

Os espaços interiores destinados à bicicleta foram cada vez mais condicionados pela diminuição dos próprios espaços, segundo uma vertente economicista. Os custos de aquisição das propriedades afectaram os espaços construídos, tornando-os menores, mais raros e mais compactados.

Hoje em dia, a diminuição de áreas disponíveis para a colocação da bicicleta é um factor de grande importância, pois a tendência da diminuição dos espaços disponíveis dificulta a atribuição de áreas próprias para guardar e fazer a manutenção da bicicleta. Segundo Neufert, o espaço destinado para a colocação e arrumação de uma bicicleta é de 2000 mm x 1070 mm, o que nas habitações actuais tende a ser posto de parte, em parte pelas razões supra mencionadas [13].

Em Aveiro, a autarquia pretende, entre muitas outras, acções que visem o recurso à bicicleta como forma de transporte "... criar infra-estruturas de facilitação do uso da bicicleta, como estacionamentos, sinalização adequada ou por exemplo sensibilização dos projectos de obras particulares a prever arrumos para bicicletas ao nível do R/C" [14].

Uma outra vertente espacial a reter é a necessidade de espaço suficiente para transportar a bicicleta quando não é utilizada.

A facilidade de transporte da bicicleta é actualmente um factor importante e decisivo na escolha tanto dos modelos como formas de a fazer carregar.

A necessidade cada vez mais evidente do uso da bicicleta em actividades de lazer, faz com que paralelamente exista a necessidade de fazer transportar este veículo, o que implica a disponibilidade de espaços para tal, seja colocando a bicicleta montada em cima de uma estrutura superior no automóvel, seja desmontada parcialmente e incluída dentro do espaço de carga de um meio de transporte, ou inclusive a existência de um modelo que dobre facilitando a sua colocação em espaços exíguos. No ramo automóvel essa preocupação é já patente tanto nos espaços de carga, como nos acessórios específicos para esse mesmo fim, tais como grades externas, sacos e correias elásticas para fixação dos vários componentes.

Para facilitar o transporte do veículo, noutras formas como no comboio ou avião, existem também acessórios que permitem o bom acondicionamento, por meio de sacos ou malas rígidas em fibra de vidro que permitem o correcto acondicionamento protegendo as bicicletas de eventuais danos.

### **2.3.2 – Mobilidade**

De todos os meios de transporte, a bicicleta é a forma de movimentar mais livre e mais eficiente. Os percursos efectuados em bicicleta não são tão delimitados como outros transportes, o que torna possível completar os trajectos entre origem e destino. Com o automóvel e com os transportes públicos muitas vezes é necessário parar perto do destino pretendido e depois completarmos o resto do trajecto a pé. A bicicleta, pela possibilidade de efectuar um percurso anarquizado, pode culminar o seu trajecto mesmo à porta do local onde nos queremos deslocar, permitindo efectuar percursos de porta a porta.

A condução em bicicleta é pautada pela total liberdade de movimentos e completo domínio sobre a máquina, não estando o ciclista tão sujeito aos constrangimentos tecnológicos como acontece nos automóveis, a simplicidade funcional dos seus componentes torna mais fácil uma súbita reparação e a manutenção do veículo. Tal facto implica também que a necessidade em aportar acessórios de reparação, para o caso de uma avaria, se verifique utilizando muito menos elementos, bastando trazer na bicicleta uma câmara suplente, ou "boyaux" suplente, uma bomba de ar e as peças de desmontagem de pneus. Para os percursos em terrenos montanhosos fora de estrada, convém também transportar num saco próprio de pequenas dimensões um "kit" de chaves que permita recolocar algum componente que se avarie.

Para a deslocação em bicicleta há a necessidade de saber coabitar com outros veículos, partilhar espaços, respeitar as regras de trânsito e respeitar os outros participantes no tráfego diário. A coabitação é extremamente importante para que o transporte em bicicleta seja feito da melhor forma, num trânsito cada vez mais intenso e por isso mais compactado, retirando da sua utilização a melhor e mais rentável forma de movimentação.

A quantidade de outras formas de locomoção que transitam nas estradas tornou o tráfego nestes últimos anos extremamente difícil e por vezes até caótico. A bicicleta graças à sua facilidade em manobrar e pelas suas dimensões, consegue efectuar percursos muito mais fluidos, não sendo tão afectada pelos "engarrafamentos" provocados pela exagerada volumetria dos automóveis, autocarros e camiões.

Pela capacidade que possui em se poder esquivar aos problemas de trânsito lento, a bicicleta é uma rápida forma de transporte, principalmente em percursos de curta distância, que segundo Jan Carel Diehl para retirar benefício do factor rapidez, não deverão exceder os 5 km [15].

A bicicleta pela sua óptima relação volumetria/número de passageiros por veículo, pode ser um importante aliado a ter em conta para a resolução dos problemas emergentes de um sistema rodoviário intenso e sobrelotado. Acreditamos, por certo, que um sistema rodoviário com maior preponderância da utilização da bicicleta seria um sistema onde o fluxo de tráfego seria muito mais fluido e muito mais eficiente.

Os problemas decorrentes da crescente intensidade de tráfego levaram a que as entidades responsáveis comesçassem a reflectir sobre toda a problemática agregada à mobilidade dentro dos espaços urbanos.

A constatação da degradação da qualidade de vida, do aumento da poluição atmosférica, do aumento do ruído, dos gastos energéticos implicados na utilização de cada um dos meios de transporte e das perdas de tempo, resultou numa consciencialização por parte das entidades responsáveis que algo deveria ser feito para melhorar as condições actuais dos sistemas rodoviários.

A necessidade em resolver problemas que são actuais e projectar o futuro de uma forma sustentada, implicou que fossem, e estejam a ser, tomadas medidas no sentido de proporcionar às populações melhores condições de vida.

É hoje em dia reconhecida a importância que, ao nível do tráfego, é necessária uma grande intervenção no intuito de inverter a actual tendência do crescimento rápido e desordenado do sistema viário. Algumas propostas e projectos de resolução começam a afirmar-se de uma forma séria e consistente, atingindo o conhecimento do domínio público.

Uma das iniciativas de maior impacto foi o "Dia Europeu sem Carros". Esta iniciativa, afirmada à escala europeia, consiste num dia comum aos vários países participantes, onde várias das cidades que aderem à iniciativa delimitam artérias e áreas de circulação, onde o acesso a esses mesmos espaços fica limitado aos transportes não motorizados e transportes públicos.

Pretende-se com esta acção sensibilizar as populações habitantes e frequentadores de tais sítios, para o facto da necessidade e dos benefícios em recorrer a formas de transporte

alternativas que não os transportes poluidores do ambiente e dos transportes com uma relação utilizador/espço ocupado extremamente desproporcionada.

Esta actividade permitiu à sociedade aproximar da bicicleta, verificando os benefícios decorrentes da utilização deste meio de transporte tão eficiente.

A bicicleta neste dia adquire um papel preponderante na deslocação das pessoas, sendo mesmo o meio mais utilizado para estas se movimentarem nestes espaços. Se bem que a iniciativa é reconhecidamente um êxito, pelo número crescente de cidades aderentes, é também insuficiente como forma a resolver os problemas atrás mencionados. Outras acções são também necessárias para completar e ajudar a sensibilizar as populações para um problema que afecta a todos.

### **2.3.3 – Vias**

O movimento e correspondente deslocação implica desde logo uma ocupação espacial que permita efectuar um percurso entre a origem e o destino.

Nas deslocações em bicicleta o espaço ocupado para nos fazermos deslocar pode ser dividido em duas especificidades: as vias próprias e específicas destinadas à utilização velocipedica; e as vias não específicas utilizadas também para outros fins ou meios.

As vias não específicas são as mais correntes, pois foram concebidas e construídas para uma utilização diversificada dos meios de transporte. A essas vias correspondem as ruas e estradas onde a bicicleta coabita com a maior parte dos meios de transporte, passeios onde transita conjuntamente com os peões, se bem com espaços delimitados para cada um deles, parques onde se mistura com peões e diversas outras actividades, caminhos e trilhos onde a presença de outros veículos não é tão assídua.

As vias específicas destinadas exclusivamente à utilização da bicicleta são compostas por ciclo vias e corredores. Estas duas propostas de circulação diferenciam-se por serem feitas de raiz propositadamente para o efeito, ou serem delimitadas dentro do espaço de circulação geral uma faixa de rodagem para a deslocação em bicicleta. A elas correspondem respectivamente as ciclo vias e os corredores.

As ciclo vias são faixas de rodagem com um espaço próprio e bem definido destinado à utilização da bicicleta, enquanto os corredores têm a mesma finalidade somente variando no espaço que não é tão diferenciado das faixas de utilização geral, ocupando espaços contíguos a estas.

Vias há que se encontram vedadas à utilização da bicicleta, como o caso das auto-estradas, das vias rápidas e de outras ruas ou estradas que pela sua frequência denotem alguma perigosidade na utilização por parte destes veículos, como o caso das ruas destinadas a peões.

Algumas localidades com maior grau de sensibilidade para esta problemática já definiram políticas de intervenção com base ao incentivo da utilização da bicicleta, como o caso da cidade portuguesa de Aveiro, e outras autarquias que estão a projectar uma futura viabilização de um plano de implementação do uso da bicicleta e da criação de infra-estruturas de apoio à criação e implementação de tal política, como é o caso da cidade do Porto.

O caso aveirense é o mais reconhecido por ser pioneiro na abordagem à bicicleta como forma a projectar o futuro das condições rodoviárias de uma forma sustentada. As medidas tomadas vão no sentido de se conseguir alertar e influenciar as populações para os benefícios resultantes da utilização de meios de transporte alternativos, não nocivos ao ambiente e igualmente eficazes.

No caso portuense, a constatação da realidade recente sobre o modo como são efectuadas as deslocações dentro do perímetro da cidade, levou a que a autarquia esteja atenta e

receptiva à implementação de acções no intuito de melhorar as condições de trânsito actuais, e que pontualmente chegam a tornar-se caóticas.

No ano de 2000 verificaram-se diariamente a deslocação de 115.000 pessoas à cidade do Porto para trabalhar, fazendo-o principalmente recorrendo à utilização do transporte individual, mais especificamente o automóvel. Os transportes colectivos apenas ocupam 28% da utilização desse mesmo grupo de utentes. Um dado curioso resulta da falta de coordenação entre transportes públicos e privados e que permitem ou implicam que 36% das deslocações para o trabalho, estudo ou lazer, sejam efectuadas a pé [16].

Assim, uma equipa composta pelo Arquitecto Manuel Fernandes de Sá e pelo Engenheiro António Babo está encarregue de liderar o processo a incluir no próximo Plano Director Municipal (P.D.M.), no sentido de ser uma corrente "...contra o uso e abuso do transporte individual." [17].

Como medidas a implementar para a cidade estão previstas a criação de uma rede de circuitos pedonais e de bicicletas, por toda a cidade, visando o incentivo à utilização de meios alternativos de transporte.

Para viabilizar este mega projecto estão previstos a criação de circuitos entre parques de estacionamento automóvel, de forma a "fazer a ponte" entre a necessidade ao recurso ao automóvel e a deslocação a efectuar dentro da cidade, e a construção de patins elevadores sempre que a inclinação da via seja superior a 6% e excedendo os 50 metros. Colocando estas ideias em prática prevê-se a velocidade media para os peões de 5 km/H, enquanto para os velocípedes estão previstos 20 km/H.

Mas nem só dentro dos limites urbanos estão previstas medidas para a melhoria das condições de tráfego, existem já medidas no sentido de criar as designadas "Ecopistas".

As Ecopistas resultam de um programa de recuperação das vias-férreas desactivadas, convertendo-as em pistas de circulação pedonal, em bicicleta, a cavalo, ou veículos não motorizados.

Este modelo, original dos Estados Unidos e posteriormente importados para a Europa pela Inglaterra, França e Espanha, foi recentemente aproveitado pela REFER para em parceria com algumas autarquias criarem condições para o turismo de lazer.

O primeiro trajecto a ser construído foi entre as cidades de Fafe e Guimarães num percurso de 14 km, cujo primeiro troço de 6 km entre Fafe e Fareja foi inaugurado a 24 de Outubro de 1996, sendo posteriormente complementado com o restante traçado até à "Cidade Berço".

A boa aceitação por parte dos utentes e da população em geral faz com que esta iniciativa se estenda ao resto do país numa extensão prevista de 800 km (figura 10).

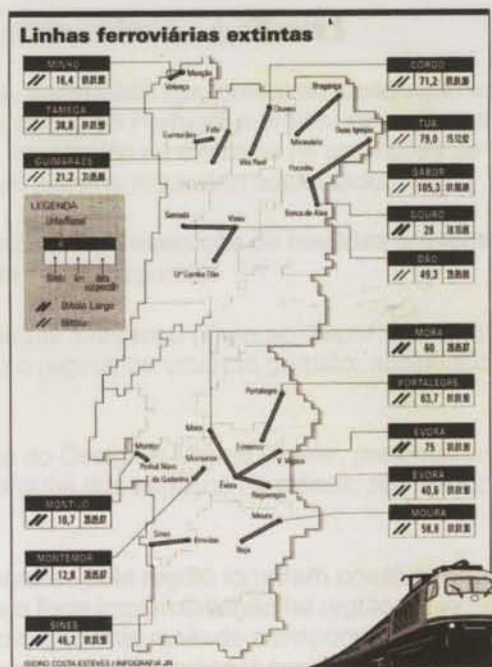


Figura 10 – Mapa de Ecopistas previstas para Portugal Continental [18].

### 2.3.4 – Parques de estacionamento

Para implementar uma política sustentada de transportes não é somente necessário executar espaços de transição, mas é também necessário prever e projectar espaços de abrandamento e paragem, que permitam ao ciclista interromper o seu percurso e poder estacionar a sua máquina e abandoná-la em perfeitas condições e em segurança.

A reduzida volumetria e o reduzido peso tornam a máquina muito fácil de estacionar e de arrumar. Os estacionamentos destinados a velocípedes além de ocuparem pouco espaço, relativamente ao número de veículos, não implicam estruturas de apoio muito complexas, para estacionar uma bicicleta sendo apenas necessário um elemento que possa sustentar o seu peso mantendo-a em pé. Os parques de estacionamento específicos para este veículo são compostos por estruturas que permitem a colocação da bicicleta em pé, podendo ser uma estrutura fixa ao chão ou parede, um tripé, colocar duas bicicletas que se apoiam simultaneamente, ou tão simplesmente uma parede ou um poste onde se possa encostar a bicicleta (figura 11).



Figura 11 – Estacionamento na cidade de Pequim [19].

### **2.3.5 – Ao serviço da comunidade – A “Buga”.**

A política de transportes, sustentada por formas de locomoção alternativas aos veículos motorizados, teve na zona centro de Portugal a origem de implementação de acções projectadas e executadas, no sentido de melhorar as condições de vida das populações através da existência de um sistema rodoviário sustentado.

A cidade de Aveiro foi pioneira na execução de medidas preventivas para viabilizar a pretendida sustentabilidade dos transportes.

Desde 1999 que a autarquia aveirense põem ao dispor da população um sistema viário baseado em bicicletas sob o regime de usufruto gratuito, espalhado por vários pontos estratégicos na cidade.

Este projecto, de autoria do Designer Miguel Duarte, pretende ser um sistema ecológico visando a reabilitação de alguns dos espaços da cidade, ao mesmo tempo que intenta reduzir a circulação automóvel.

As condições proporcionadas pela região tornaram possível viabilizar um projecto desta dimensão. A cumplicidade e forte implementação na região da indústria do ramo, as condições topográficas, a forte tradição que este meio de transporte tem na a população, a sensibilidade e abertura demonstrados pelas entidades responsáveis e as características mecânicas e estéticas da proposta, permitiram criar, desenvolver e afirmar um projecto que é pioneiro em terras lusas.

O que poderia ser entendido como um conceito demasiado arriscado, por ser pioneiro, tornou-se num êxito e num modelo a seguir por outras localidades, e aos 200 exemplares postos em circulação no início da iniciativa, seriam posteriormente alargados para 480, somente dois anos volvidos.

No entanto, outras medidas foram necessárias para tornar este projecto credível e auto-suficiente. Para tornar este projecto globalizante, foram criadas condições que permitiram sustentar as necessidades emergentes deste tipo de actividade, criando para o efeito um conjunto de suportes onde se incluem pistas cicláveis, estacionamento, terminais de identificação do utilizador, estações de serviço, veículos de apoio e sinalética (Figuras 12-14).



Figura 12 – Posto de controlo com estacionamento de modelos “Buga” [20].



Figura 13 – Veículo de assistência ao projecto “Buga” [21].



Figura 14 – Exemplo de sinalização desenvolvida para o projecto global “Buga” [22].

Uma das intenções do projecto era que respondesse eficazmente à solicitação de pessoas com 1,50 m de altura e 40 kg de peso e também pessoas com 1,87 m de altura e 100 kg de peso, restringindo a utilização a menores de 16 anos de idade. Como referência foram analisados modelos similares provenientes de outros pontos da Europa e Estados Unidos, que desenvolveram veículos com a mesma finalidade.

O modelo, inspirado nos tons verdes da ria, é extremamente simples e cujas características principais são: robustez expressa nos seus dois elementos compostos pelo quadro e o guiador; sistema de travagem individual de accionamento ao cubo da roda traseira; mudanças de cubo com três andamentos.

O modelo “Buga” foi concebido para resistir a descidas em alta velocidade e à possibilidade de cair à ria, sendo composto por poucos elementos de forma a dificultar o desaperto e furto dos seus componentes. Para o efeito foi seleccionado para compor este modelo o grupo Nexus da marca nipónica Shimano.

A previsão da auto-sustentabilidade deste projecto é apoiada na possibilidade de publicitar através de painéis nas laterais das rodas que permitam a colocação de meios publicitários, que a equipa de marketing se encarrega de explorar (figura 15).



Figura 15 – Iniciativa ao redor do projecto “Buga”, sendo visível as laterais destinadas à inclusão de elementos publicitários [23].

O êxito deste projecto não se encontra encerrado, estando em evolução constante, como o exemplo decorrido da ampla utilização por parte dos estudantes que levou ao aumento da volumetria da bagageira, necessário para a colocação de compras e outras utilizações que se verificaram necessários responder.

O projecto pelo seu impacto e o seu êxito permitiu que outras localidades ponderassem a execução de um modelo de funcionalidade idêntico, procedendo às fases anteriores que permitam a execução de um sistema como este.

## **2.4 – A bicicleta de trabalho**

Após atingir a fase do modelo de bicicleta com quadro tipo Humber, a bicicleta via cumpridas as exigências necessárias à sua boa funcionalidade e desempenho, atingidos nos finais do século XIX, início do século XX.

Cumpridas as condições necessárias à obtenção de um modelo optimizado, as atenções dos construtores e dos ciclistas viraram-se para as possibilidades de melhoramentos da sua utilização, através de novos componentes e novas formas de utilização do veículo.

Uma das novas vertentes de utilização da bicicleta foi em tarefas laborais, aproveitando o facto de estarem a surgir novos componentes na indústria velocipédica, e permitir novas interpretações da utilização da máquina, resultando em modelos preparados para o transporte de pequenas cargas.

Várias actividades, ao se aperceberem o potencial que o meio de transporte permitia, rapidamente fizeram seu uso, sendo frequentemente percebido pequenos negócios que recorriam à bicicleta para fazer transportar pequenas cargas. Disso são exemplo as mercearias e talhos, além de outras actividades individuais como jardineiros, cobradores, ..., que tinham na bicicleta um parceiro de trabalho importante pela facilidade que proporcionava às suas actividades.

Algumas entidades responsáveis viram, igualmente na bicicleta, argumentos válidos para incluírem-na nos afazeres de sua responsabilidade.

É conhecida a utilização por parte da Guarda Nacional Republicana (G.N.R.) até 1960, de bicicletas para fazerem as patrulhas, mas posteriormente com a facilidade generalizada de recurso ao automóvel, a bicicleta foi posta de lado. Hoje, e fruto do ressurgimento da bicicleta, aliada a promoções publicitárias e participações em séries de êxito na televisão, a bicicleta foi

recuperada e redimensionada para uma nova realidade, permitindo que algumas entidades como a G.N.R., a polícia, a guarda costeira e alguns exércitos (como exemplo o pelotão do exército suíço preparado especificamente para utilizar a bicicleta (figuras 16 e 17)), fazerem uso dela para as suas acções.



Figura 16 – Pelotão ciclo do exército suíço [24].



Figura 17 – Modelo desenvolvido para utilização das tropas norte-americanas [25].

Em Portugal, “a nova moda” resultou da influência do êxito mundial da série “Asas nos Pés”, apresentada na Televisão Independente (TVI), em que um pelotão de guardas norte-americanos de uma zona balnear, se faziam movimentar em modelos de bicicleta de montanha. O êxito desta série influenciou o alferes Galvão da Silva, actualmente comandante do pelotão de patrulhamento ciclo do 2º esquadrão do Regimento de Cavalaria da G.N.R., que apresentaria uma proposta no sentido de ser criado um pelotão ciclo, o que viria a acontecer no ano de 1999.

Para o efeito, o pelotão faz-se deslocar em modelos de bicicletas idênticas às utilizadas na referida série televisiva, da marca Trek, desenvolvidas especialmente para as forças policiais de todo o mundo (figuras 18 e 19).



Figura 18 – Agentes da G.N.R. a retirarem as bicicletas de cima do todo-o-terreno da brigada de trânsito [26].



Figura 19 – Modelo de bicicletas utilizadas pelas autoridades portuguesas [27].

O sucesso alcançado pela série ajudaria na boa aceitação pela sociedade desta nova forma de patrulhamento, não sendo estranho, ao comum dos cidadãos, a presença destas patrulhas na participação e ajuda as vigilâncias das entidades responsáveis.

Uma outra aplicação da bicicleta é em actividades circenses, onde frequentemente são utilizadas bicicletas e monociclos nos diversos números do espectáculo que compõem o circo (figuras 20 e 21).



Figura 20 – Bicicleta de circo modelo Bauer alemão de 1950 [28].



Figura 21 – Bicicleta dupla de circo [28].

Outras formas conhecidas que usam a bicicleta nas suas actividades laborais são os desportos de ciclismo. A profissionalização de grande parte das actividades desportivas permitiu a estes desportos serem entendidos como actividades laborais.

As competições de ciclismo baseiam-se na utilização da bicicleta sob uma perspectiva competitiva, seja em competições efectuadas ao longo de determinados percursos, seja em exercícios de habilidade, seja pelo domínio da máquina, ou em exercícios contra o tempo.

As competições que englobam a bicicleta na sua actividade desportiva são: competições em estrada, sejam competições designadas "em linha" ou no sistema de contra-relógio; competições em parceria com outras actividades como o Biatlo e o Triatlo; competições em pista; competições em pavilhão como o *ciclo ball*; competições em terrenos fora de estrada, como as provas em bicicletas de montanha ou provas com modelos BMX (figuras 22 a 27).



Figuras 22 a 27 – Varias modalidades profissionalizadas praticadas em bicicleta [29].

## 2.5 – Culto da bicicleta

O sucesso da bicicleta agregou desde sempre em seu redor grupos de pessoas, que pelas mais variadas razões, se ligavam com este evento.

Os grupos de pessoas que aderem a este modo de deslocação podem ser divididos em quatro distintos grupos: os que se profissionalizam nesta actividade; grupos de fim-de-semana; grupos radicais e utilizadores habituais.

As pessoas profissionalizadas, ao enveredarem por uma profissão manifestamente dependente desta máquina, desenvolvem uma ligação com este meio de transporte mais profunda, pela obrigatoriedade quase diária em lidarem e conduzirem estes veículos.

Os grupos de fim-de-semana, designados de ciclo turistas, são caracterizados por incluírem pessoas que vêm nesta forma de transporte uma boa oportunidade de se exercitarem e descontraírem. Estes grupos são usualmente compostos por duas perspectivas de encarar a bicicleta: uma vertente mais desportiva, ou outra de puro lazer.

Os ciclo turistas são compostos por amantes deste tipo de exercício e outros antigos participantes em competições.

Uma grande parte destes indivíduos é influenciada pela competição, ou porque a ela já estiveram directamente ligados, ou porque este é um dos desportos da sua eleição. Existem contudo casos cuja influência deriva do conhecimento de uma pessoa amiga, ou familiar que tenha qualquer tipo de ligação à actividade, daí que não raramente se encontram nas estradas antigos ciclistas, familiares de ciclistas, ou amigos de pessoas envolvidas no fenómeno do ciclismo.

Outros grupos existem compostos principalmente por elementos mais jovens, essencialmente adolescentes, que se dedicam a actividades designadas de "radicais" e que para o efeito fazem uso da bicicleta. Englobam-se neste campo os ciclistas de todo-o-terreno, os ciclistas de BMX e outros que exploram as capacidades da bicicleta executando manobras com grau de dificuldade elevado.

Estes ciclistas são frequentemente vistos em vários locais que permitam explorar as capacidades dos seus modelos, recorrendo para o caso a alguns elementos arquitectónicos espalhados pelas cidades e que vão desde escadarias de prédios, a parques construídos pelas autarquias para a prática de skate, cuja funcionalidade se estendeu ao uso das bicicletas.

Um outro grupo característico de utilizadores da bicicleta é os habituais ciclistas do dia-a-dia. Estas pessoas recorrem à bicicleta como forma de transporte habitual para as suas deslocações, pelas mais variadas razões, desde pessoas com poucas posses para adquirir um automóvel, pessoas sem carta de condução automóvel, pessoas cujo trajecto habitual é demasiado curto para utilizar outro tipo de transporte e pessoas com sensibilidade às questões de sustentabilidade das redes viárias.

Em Portugal, o número de pessoas que compõem este último grupo não é no momento significativo, no entanto nos últimos anos, com a consciencialização generalizada da necessidade de recorrer a outras formas de transporte para uma melhor qualidade de vida das populações, e com algumas iniciativas que entretanto foram surgindo e outras que se encontram a desenvolver, esse número de utentes tende a aumentar para valores que podem vir a ser importantes para a melhoria do fluxo de trânsito das cidades principalmente.

Mas todos estes grupos têm uma coisa em comum: a ligação ao meio de transporte que é a bicicleta e a satisfação proveniente da sensação provocada pelo acto de pedalar.

## **2.6 - A bicicleta e a arte**

As utilizações da bicicleta não se esgotam só no transporte, lazer e desporto. A bicicleta é também motivo de manifestações no domínio da arte, servindo tanto como suporte a algumas obras, como servindo de motivo para movimentos e correntes artísticas poderem expressar os seus ideais.

Desde o aparecimento das máquinas de corrida que os mais variados artistas, litógrafos, fotógrafos e realizadores cinematográficos viram neste veículo inspiração e potencialidades para o incluírem nas suas obras.

A figura da bicicleta satirizada, idealizada ou demoníaca, surge em anúncios publicitários ou na fotografia de paisagens urbanas, de uma forma proeminente ou acidentalmente, consciente ou inconscientemente, mas denotando uma forte presença nos meandros da arte.

No início do século XX, a bicicleta foi descoberta por alguns artistas para ser utilizada, na totalidade ou parcialmente, nas suas obras recorrendo a diversificados meios e diversificados estilos, consoante as sensibilidades e domínios de cada um.

Das obras mais conhecidas é de realçar a obra de Pablo Picasso "Cabeça de Boi", referente ao ano de 1943, antecedida pela obra dadaísta de Marcel Duchamp "Roda de Bicicleta", de 1913.

Característico do início do século, o movimento Dada, era reconhecido pela diferença relativamente às anteriores correntes. O Dadaísmo não implicava a atribuição de valores, de lógica, ou qualquer outra metodologia. A arte, principalmente, era fruto do acaso e o *nonsense* imperava sobre a lógica e o racionalismo inerente a uma sociedade demasiado tecnológica e dependente das tecnologias.

O processo mental livre e espontâneo era esteticamente valorizado pelo facto de não ser premeditado, tal, implicava uma grande variedade e conhecimento técnico capaz de, não só conceber como executar a reflexão do momento.

O resultado final podia inclusive atingir a provocação, o escândalo e a blasfémia.

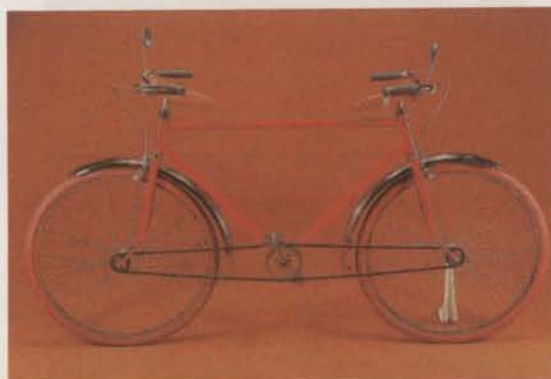
É neste quadro que surge em 1913 o trabalho de Marcel Duchamp, um dos mais significativos artistas do movimento, com o título de "Roda de bicicleta" (figura 28) [30].



**Figura 28 – Marcel Duchamp:**  
**"Roda de Bicicleta" (1913), ready**  
**made com um banco em madeira**  
**e uma roda em metal.**  
Composição com 1260 mm de  
altura [31].

Este trabalho, composto por um banco em madeira e uma roda de bicicleta com a respectiva forqueta, assume os componentes produzidos pelo Homem, isolando-os do seu habitual contexto e tenta perspectivar a composição segundo uma óptica puramente estética, em detrimento de uma postura principalmente funcional, que lhes é característica, no âmbito da função para a qual foram concebidos. A bicicleta, ou neste caso parte dela, serve como motivo de intervenção artística na expressão do acto conceptual e executório.

Mais tarde, outras propostas artísticas surgiriam tendo como pano de fundo a bicicleta, como o caso das propostas elaboradas por Jacques Carelman (figuras 29-31). Carelman apresenta propostas de bicicletas pouco funcionais, recaindo mesmo no ridículo, mas que servem apenas como reflexões sobre este tipo de transporte e das necessidades, mesmo que por vezes absurdas, para a utilização deste veículo [32].



**Figura 29 – Jacques Carelman: Bicicleta Simétrica.**  
Segundo Carelman esta proposta permitia  
movimentar-se distintamente em dois sentidos  
opostos [33].



Figura 30 – Jaques Carelman: Bicicleta-arado. Bicicleta para poder lavar e praticar ciclismo simultaneamente [34].



Figura 31 – Jacques Carelman: Bicicleta para a neve. Bicicleta com raquetes substituindo as rodas, permitindo fazer passeios na neve [35].

Recentemente, início dos anos 90, o artista Robert Rauschenberg apresentaria doze propostas, "Bicycloids", que consistiam em redesenhar os seus contornos com lâmpadas de néon extremamente coloridas (figura 32).



Figura 32 – Robert Rauschenberg, "Bicycloid III", 1993 [36].

Nos domínios da representação, a bicicleta teve igualmente desempenhos de realçar como a coreografia do ballet russo, concebida por Serge Lifar, datada de 1920, e com a designação de "La Pastorale" (figura 33).



Figura 33 – Serge Lifar, coreografia "La Pastorale", 1920 [37].

Outra intervenção com recurso à bicicleta foi a actuação "The Invisible Circus", representação de Jean Baptiste Thiéree, Victoria Chaplin e o seu filho James Spencer. Esta representação girava à volta da metamorfose dos corpos, que assumiam uma mutação entre o corpo humano e a bicicleta, fazendo sobressair dos seus corpos partes de bicicleta (figura 34).



Figura 34 – Peça desenvolvida por Jean Baptiste Thiéree, Victoria Chaplin e James Spencer [38].

Em 1991, Eric e Deborah Staller, especialistas em actuações de rua, criaram "Octos", através da sua quinta criação do "Ovni Urbano", que consistia num veículo quadriciclo com rodas motrizes e quadro em alumínio, que permitia a viagem a oito tripulantes, que pedalavam direccionados para o centro do veículo, encontrando-se cara-a-cara uns com os outros. Segundo os seus autores "...A experiência do Octos é efémera, ...esperando que este momento seja um piscar de olhos acerca do futuro..." [39].

A bicicleta teve igualmente participação nos domínios da música e do cinema.

Algumas músicas referem a bicicleta quer como motivo central dos seus trabalhos, quer como elemento participante nos seus vídeo de promoção. Como exemplo, a música "Bicycle Race" dos Queen, é um tema central que gira em torno da competição em bicicleta [40].

No cinema, filmes como o "E.T. – O Extra-terrestre", dirigido por Steven Spielberg, ou "Com Asas nos Pés", um dos primeiros filmes do actor Kevin Costner, conferiram à bicicleta um papel fulcral no desenrolar da acção. Se no primeiro a bicicleta é o meio utilizado por um grupo de crianças para se fazerem deslocar nas suas aventuras, no filme em que participa Kevin Costner, a bicicleta é utilizada como meio de transporte nas competições de ciclismo em que dois irmãos se vêm envolvidos. Se é importante a actuação dos actores principais e secundários, a bicicleta neste filme, adquire uma importância que vai mais além do que um simples adereço, uma vez que é sobre si que o filme se constrói e movimenta.

## **Referências**

- [1] – In página www [www.bicibr.hpg.ig.com.br]. 4 de Fevereiro de 2003.
- [2] – In pagina www [http://web.bizkaia.net]. 19 de Março de 2003.
- [3] – Dados cedidos pela ABIMOTA e expressos na revista "Bike Europe" de Junho/Julho de 2000, cuja fonte reporta à Associação dos Fabricantes Europeus de Bicicletas (EBMA).
- [4] – BALLANTINE, Richard, *Richard's 21st Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, pp. 20.
- [5] – In página www [www.doreenkerby.com/html/holland\_rail.html#]. 4 de Fevereiro de 2003.
- [6] – In página www [www.world-of-bicycles.com]. 19 de Março de 2003.
- [7] – In página www [www.safron-ventures.com]. 21 de Março de 2003.
- [8] – In página www [www.safron-ventures.com]. 4 de Fevereiro de 2003.
- [9] – REIS, Manuel – *A História do Sport Lisboa e Benfica em Duas Rodas – Suor, Sorrisos e Lágrimas*, Editora Ausência, Águeda, 2000.
- [10] – REIS, Manuel – *A História do Sport Lisboa e Benfica em Duas Rodas – Suor, Sorrisos e Lágrimas*, Editora Ausência, Águeda, 2000, pp.14.
- [11] – Dados fornecidos pela Associação Nacional dos Industriais de Bicicletas, Ciclomotores, Motociclos e Acessórios (ABIMOTA), relativamente à inscrição das empresas nesta associação nacional.
- [12] – Dias, Manuel Graça, Simpósio Deslocação e Proximidade, Lisboa, 12 e 13 de Julho de 2002, in Brandão, Pedro; Remesar, Antoni – *Design de Espaço Público: Deslocação e Proximidade*, Centro Português de Design, Lisboa, 2003, pp. 64.
- [13] – NEUFERT, Ernest – *Arte de Projectar em Arquitectura*, Gustavo Gili, São Paulo, 1976.
- [14] – In página www [www.aveiro.net/miguelcapao/dia\_sem\_carros.htm]. 7 de Abril de 2003.
- [15] – Jan Carel Diehl, Congresso User, Lisboa 27 a 30 de Março de 2003.
- [16] – VILAS, Jorge, In *Jornal de Notícias*, 11 de Fevereiro de 2003, pp. 6.
- [17] – Ibidem.
- [18] – Cristina Gomes in *Jornal de Noticias*, 3 de Novembro de 2002, pp. 25.
- [19] – In página www [www.world-of-bicycles.com]. 19 de Março de 2003.
- [20] – In página [www.bikemagazine.com]. 7 de Abril de 2003.
- [21] – Ibidem.
- [22] – Ibidem.
- [23] – In página www [www.av.it.pt]. 7 de Abril de 2003.
- [24] – In página www [www.bikemagazine.com]. 12 de Janeiro de 2003.
- [25] – Ibidem.
- [26] – In página www [http://primeirasedicoes.expresso.pt]. 7 de Abril de 2003.
- [27] – Ibidem.
- [28] – In página www [http://www.pindoramacircus.arq.br]. 7 de Abril de 2003.
- [29] – In página www [www.www.bicibr.hpg.ig.com.br; www.world-of-bicycles.com.]. 17 de Novembro de 2002.
- [30] – Marcel Duchamp, pintor francês, foi uma das mais importantes personalidades relacionadas com o movimento Dada, sendo inclusive um dos fundadores do movimento, em conjunto com um grupo de artistas e poetas como Ball, Arp e Tzara, um outro pintor europeu, Picabia e dois fotógrafos, Stieglitz e Man Ray. Obras de Duchamp de maior relevância: "A Roda de Bicicleta" de 1913; "O Secador de Garrafas" de 1914; "A Noiva Despida Pelos Próprios Celibatários" de 1918-1925, entre outras.
- [31] – PARSONS, Thomas, GALE, Iain – *Pós-Impressionismo, O nascimento da Arte Moderna*, Porto, Editora Civilização, 1993, pp. 374-379.

[32] – Jacques Carelman, pintor, escultor, ilustrador e cenógrafo<sup>1</sup>. Artista que utiliza o humor e se diverte criando, misturando a lógica com o absurdo de uma forma muito subtil. Deforma a percepção da realidade, mantendo a sua mensagem sempre em sintonia com o público.

[33] – CARELMAN, Jacques, *Catálogo de Objetos Impossibles*, Aura Comunicacion, Barcelona, 1992, contra capa.

[34] – CARELMAN, Jacques, *Catálogo de Objetos Impossibles*, Aura Comunicacion, Barcelona, 1992, pp. 105.

[35] – Ibidem, pp. 105.

[36] – DODGE, Pryor – *The Bicycle*, Flammarion, Paris, 1996, pp. 213.

[37] – Ibidem, pp. 215.

[38] – Ibidem, pp. 216.

[39] – Ibidem, pp. 217.

[40] – “*Bicycle Race*”, música de autoria de Freddy Whilist e interpretada pelo grupo inglês Queen, pertencente ao álbum “Jazz”, do ano de 1978. Freddy Whilist, influenciado por uma transmissão televisiva da Volta à França em Bicicleta, decidiu escrever uma música que abordasse o tema da bicicleta e da competição velocipédica.



### **3 - Morfologia da bicicleta**

A bicicleta, morfologicamente é caracterizada como sendo uma estrutura rígida com duas rodas alinhadas, colocadas nas extremidades, com três pontos de contacto com o utilizador, o sistema de direcção, o sistema de transmissão/locomoção e o apoio do corpo do ciclista.

A história da bicicleta, mostra uma semelhança formal entre os vários modelos, sendo comum a presença de uma estrutura que sustém os componentes da mesma e também o seu condutor, complementada por duas rodas alinhadas. Existem também versões que utilizam um maior número de rodas, como três ou quatro, para transportes individuais ou em grupo, implicando alterações morfológicas das bicicletas.

No entanto, a forma destes veículos está implicitamente ligada à funcionalidade e desempenho pretendidos. A função da bicicleta é um meio de transporte, principalmente individual, que possibilita ao Homem maior facilidade, maior disponibilidade e maior rapidez de deslocação, e que seja bem enquadrada do ponto de vista ergonómico, proporcionando uma viagem mais confortável e agradável.

Pode-se identificar uma bicicleta como sendo, de uma maneira geral, uma estrutura rígida, geométrica e racionalista, baseada numa estrutura simples, que tem como principal objectivo proporcionar o desempenho e posturas desejados para otimizar a condução destes veículos.

A forma geral da bicicleta depende da morfologia do seu quadro. É através desta estrutura que se pode diferenciar e individualizar entre os vários conceitos de bicicleta. É possível diferenciar dois modelos, com acessórios idênticos, se o quadro for conceptualmente e morfologicamente diferente. Além disso, o quadro da bicicleta é o que permite definir a localização dos componentes e dos pontos de interface com o ciclista, ou seja, onde estão colocadas as rodas e os três pontos de apoio do ciclista.

O quadro, a estrutura principal da bicicleta, é o resultado da forma preconizada para viajar neste tipo de veículo, sendo condicionado pelas posturas idealizadas para melhor activar o mecanismo de locomoção do veículo. Assim, a morfologia do quadro é também extremamente condicionada pelos dados antropométricos do ciclista, visando uma boa adaptação ergonómica do veículo ao seu utilizador. Alguns casos, verificados ao longo da história da bicicleta, apenas restringiram a forma do quadro, e conseqüentemente da bicicleta, a uma vertente essencialmente funcionalista, não tendo em conta a adaptabilidade do veículo ao seu utilizador, como foram os casos do modelo Ariel (bicicleta de roda alta), onde a forma surge unicamente como meio de fazer rentabilizar a pedalada do ciclista, ou do modelo de Mcmillan, cuja forma de pedalar era extremamente complexa, baseando-se apenas na operacionalidade do sistema de locomoção.

Os diferentes conceitos que definem as várias tipologias de bicicleta podem ter igualmente repercussões formais nos modelos concebidos, pois a estes estão relacionados diferentes funções e desempenhos, assim como diferentes finalidades, podendo implicar formas diferenciáveis, como o caso dos modelos Pedersen, Moulton, BMX, entre outros.

As formas da bicicleta são também contextualizadas dentro de determinados parâmetros técnicos e sociais, sendo condicionadas segundo várias vertentes como o público a que se destina, a ergonomia do modelo, a sua finalidade, a sua função, o seu desempenho, o sistema de locomoção, as técnicas implicadas, a inspiração de concepção e a inteligibilidade do modelo.

As condicionantes do público residem nos factores como masculino e feminino, ou adulto e criança. A generalidade dos modelos são aceites como modelos para homens: outros são tanto para homens como para senhoras. Apenas alguns modelos que necessitem de alguma particular alteração para melhor responder às exigências de utilizadores mais específicos, são alterados para melhor cumprir a sua função.

As diferenças entre bicicletas para homens ou para senhoras residem sobretudo na forma do quadro, pois os modelos para senhoras são geometricamente iguais aos modelos

masculinos, mas são concebidos para facilitar a montagem e desmontagem por parte das mulheres (figuras 1 e 2). No caso do modelo feminino, o tubo superior horizontal do quadro é rebaixado e curvado, permitindo que para descer ou montar a bicicleta não seja preciso elevar tanto a perna como o necessário no modelo masculino da bicicleta "clássica".



Figura 1 – Bicicleta de viagem para homem, com quadro tipo "Humber" recto [1].



Figura 2 – Bicicleta para senhora com quadro tipo "Humber" com o tubo superior rebaixado e curvo para permitir às senhoras montar e desmontar da bicicleta mais facilmente [2].

As diferenças entre bicicletas para adultos e crianças manifestam-se principalmente na questão de escalas. As bicicletas para crianças recorrem a formas de estruturas e acessórios idênticos aos modelos para adultos, no entanto os diâmetros das rodas dos modelos infantis são menores, aumentando de tamanho consoante a altura e desenvolvimento corporal que as crianças vão desenvolvendo até chegar à idade adulta. Um outro factor de diferenciação entre bicicletas para adultos e para crianças reside no facto da decoração dos modelos para crianças ser por vezes alusivo a temas de interesse deste grupo etário, sendo comum ver pinturas em cores vivas e autocolantes com motivos de interesse a este tipo de público. Por outro lado, alguns componentes como campainhas, faróis, esponjas de protecção, etc., são muitas vezes formalmente influenciados por temas de interesse infantil, como personagens de banda desenhada, da televisão ou outros (figura 3).



Figura 3 – Bicicleta para criança, com acessórios alusivos aos gostos infantis [3].

As condicionantes ergonómicas influenciam as formas das bicicletas devido a factores como escala, acessibilidades e alcance.

As posturas que os conceitos das várias bicicletas propõem ao ciclista condicionam a forma da bicicleta. Por exemplo, entre obter a posição deitada para pedalar e a posição sentada do tipo "subir escadas", implica alterações formais distintas entre os modelos que possibilitem uma forma de pedalar e outra. Se na primeira a posição deitada implica uma bicicleta formalmente mais alongada e mais baixa, a segunda implica um modelo de bicicleta mais compacto, menos comprido e ligeiramente mais alto. Depreende-se então que consoante a posição do ciclista seja mais relaxada, aproximando-se da posição deitada, a bicicleta tende a alongar-se e a diminuir em altura.

As questões de acessibilidade e de alcance influenciam também directamente a morfologia dos modelos, pois as relações espaciais entre os vários elementos, principalmente os acessórios que servem de interface entre o ciclista e o veículo, devem permitir a boa funcionalidade ergonómica por parte do seu utilizador, sem ter que executar operações de grande esforço, privilegiando o conforto de utilização. Formalmente, os modelos de bicicleta dispõem de vários elementos de forma compacta e acessível para que o ciclista consiga facilmente, em andamento e sem perder a atenção de estrada, ter disponíveis todas as funções inerentes à utilização da bicicleta.

A finalidade da utilização do veículo também restringe formalmente os modelos de bicicletas. Uma bicicleta para passear, de actividades circenses, ou uma bicicleta para transporte de pequenas cargas, são formalmente diferentes. A título de exemplo, uma bicicleta de carga necessita de maior espaço disponível para poder transportar cargas. As bicicletas normalmente utilizadas para transporte de pequenos volumes são transformadas e despojadas de qualquer acessório adicional que prejudique o peso final do veículo, sendo posteriormente complementadas com estruturas ou caixas para o suporte e fixação dessas mesmas cargas, resultando em modelos simples, depurados e estritamente funcionais, estruturalmente mais "magros", mas ocupando maior volumetria.

Outros modelos, como por exemplo o de passeio, as questões dos acessórios complementares já não são tão dispensáveis, como o caso dos guarda-lamas, pois podem proporcionar uma condução mais confortável e agradável. Uma bicicleta destinada a uma actividade de lazer pode permitir uma postura mais relaxada e mais confortável, obtendo-se uma bicicleta ligeiramente mais alongada (figura 4) do que uma bicicleta de competição que é mais compacta (figura 5). Esta diferença pode ser observada na inclinação do tubo de selim, muito mais inclinado na bicicleta de passeio para permitir uma posição mais relaxada e mais confortável ao ciclista. A bicicleta de lazer apresenta dimensões maiores entre as rodas e o quadro.



Figura 4 – Bicicleta normalmente utilizada pela população holandesa para efectuar as suas deslocações em pequenos percursos urbanos [4].



Figura 5 – Bicicleta de alta competição desenvolvida pela empresa italiana Colnago como homenagem à marca de automóveis Ferrari [5].

A bicicleta teve também, no desejo de melhorar o seu desempenho, uma condicionante à sua forma final. Alguns modelos para obterem maior rendimento por pedalada recorrem ao aumento da roda de tracção, o que implica alterações estruturais e a consequente forma final da bicicleta, como foram os casos dos modelos Ariel, Xtraordinary, Kangaroo e Chopper. As grandes dimensões da roda de tracção influenciaram uma geometria final da bicicleta diferente e lateralmente assimétrica.

A tentativa de rentabilizar o esforço despendido por pedalada levou a que alguns modelos para serem mais aerodinâmicos, mais compactos, sofressem alterações das suas condições estruturais, não tanto em termos da sua configuração, mas das distâncias entre os seus elementos.

O sistema preconizado para accionar a bicicleta é também factor condicionante na sua configuração final. A transmissão efectuada com o pé no chão, transmissão directa à roda de tracção, transmissão efectuada por corrente, ou a transmissão por veio, influencia a forma final do modelo, não só por estes sistemas implicarem posturas do ciclista diferentes, mas também porque as relações espaciais entre os diversos componentes são diferentes, o que implica estruturas também diferentes.

As tecnologias utilizadas para materializar os conceitos desenvolvidos sobre bicicletas são uma das mais importantes condicionantes dos resultados formais finais, pois o recurso a tecnologias e materiais mais desenvolvidos permitem uma maior variedade de respostas e de opções formais, permitindo bicicletas morfologicamente diversificadas, para além de permitir outro tipo de desempenhos e funções.

A fonte de inspiração na concepção dos veículos é também importante na geração da forma final, pois como referência principal à sua concepção, pode desde logo direccionar o resultado final expresso na forma obtida. A inspiração biónica presente nos modelos iniciais do Celerífero, as correntes artísticas relativas a cada época, com influência na produção de artefactos, ou as tendências de mercado, como no caso do pós-guerra, têm igualmente importância no resultado formal final dos modelos concebidos. As ideias geradas à volta destes ou outros conceitos são naturalmente influenciadas pela forma inerente em cada um dos conceitos, repercutindo-se de algum modo no resultado final. Como exemplo pode-se citar o modelo Celerífero, que era frequentemente inspirado em formas animais (figura 6), o modelo de bicicleta influenciado pelo movimento construtivista (figura 7), ou mesmo os modelos que proliferaram na época do pós-guerra, influenciados pelos gostos generalizados pela velocidade e pelos objectos aerodinâmicos (figura 8).



Figura 6 – Celerífero de formas inspiradas em elementos biónicos, neste caso o crocodilo [6].



Figura 7 – Modelo desenvolvido por arquitectos construtivistas e apresentado numa exposição dos anos 20 do século XX [7].



Figura 8 – Bicicleta aerodinâmica desenvolvida segundo as apetências da época por objectos estilizados demonstrativos da velocidade [8].

A forma final da bicicleta tem sido fortemente influenciada por inúmeros e diversificados factores, tal como refere Richard Ballantine "...é quase impossível fazer uma bicicleta que não funcione. Construir um quadro, anexas duas rodas alinhadas, uma delas com direcção, fazer movimentá-la, e com alguma coisa ou alguém para a guiar (um macaco serve), o veículo consegue permanecer de pé – dependendo das características de design, menos fácil de guiar em alguns casos, mais fáceis noutros..." [9].

### **3.1 – Evolução formal da bicicleta ao longo dos tempos**

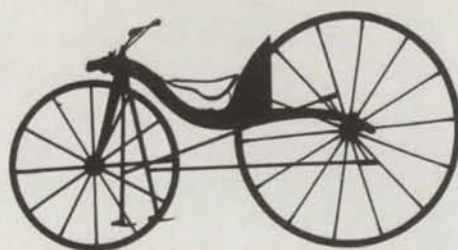
Os vários modelos que surgiram ao longo da história da bicicleta são também espelho da evolução formal que este meio de transporte sofreu até atingir os parâmetros actuais.

Os primeiros modelos, Celerífero e Draisina (figura 9), eram formas simples recorrendo a estruturas básicas sem grande grau de complexidade. Pela ausência de qualquer mecanismo de tracção, o veículo era impulsionado com os pés contra o solo, a forma geral da bicicleta era muito simples recorrendo a uma viga em madeira onde nas suas extremidades ficavam colocadas as duas rodas. Geometricamente estes modelos podem-se definir como dois círculos ligados por uma viga. Pelo facto de serem totalmente construídos em madeira, o seu aspecto era ainda um pouco tosco e volumoso, necessitando de uma relativa volumetria de madeira para permitir materializar os modelos. A forma destes modelos, principalmente o Celerífero, era extremamente influenciada pela inspiração biónica utilizada para desenvolver algumas versões.



Figura 9 – Modelo Draisina com estrutura em madeira extremamente simples, cujas formas derivam unicamente do binómio forma/função [10].

Com o surgir do modelo de MacMillan, a bicicleta ficaria mais "elegante", mas via aumentada a complexidade dos seus sistemas, principalmente o novo sistema de transmissão introduzido (figura 10). A integração de uma sistema de transmissão viria a ter repercussões ao nível da forma do veículo, pois este novo modelo era mais baixo, uma vez que o condutor não se fazia transportar de pé, passando a obter uma posição sentada sobre o veículo. Por outro lado, o facto da activação da transmissão ser efectuada segundo um movimento no sentido descendente e para a frente, implicou que a distância entre rodas fosse aumentada de forma a caber entre si a postura do ciclista. Morfologicamente este veículo tinha a sua roda traseira maior do que a da frente, implicando uma estrutura, ou quadro, descendente no sentido da roda de trás para a roda da frente. O quadro, de formas orgânicas, era agora bem mais volumoso do que os modelos predecessores.



**Figura 10 – Modelo de MacMillan, com o primeiro sistema de transmissão, indirecta, numa bicicleta [11].**

Com o modelo posterior, o Velocípede, a forma da bicicleta viria novamente a ser alterada em função de uma nova resolução técnica de transmissão e consequente posição do ciclista sobre a máquina. Este exemplar era caracterizado por ter duas rodas de tamanho ligeiramente diferenciado, a roda da frente era um pouco maior, onde o ciclista em posição mais elevada accionava o sistema de tracção directa sobre a roda da frente, a roda de tracção (figura 11). A sua estrutura era já mais completa, fazendo utilização de dois materiais: a madeira e o ferro. Mesmo assim o Velocípede mantinha ainda uma linguagem visual extremamente simples e depurada, resultado de uma estrutura simples e compacta, sem recurso a grandes elementos que não os puramente funcionais. O quadro baseava-se numa estrutura descaída para a parte de trás com uma segunda estrutura, suporte do selim, por cima desta. O guiador, em forma de "T", situava-se por cima da roda de direcção, a roda da frente, sendo o ponto mais elevado do veículo.



**Figura 11 – Primeiro modelo de bicicleta com accionamento da transmissão de forças à base de rotação de pés sobre alavancas e pedais [12].**

Alguns dos modelos que sucederam ao Velocípede, o modelo Ariel, o modelo Xtraordinary e o modelo Kangaroo (figura 12), tinham grandes semelhanças formais, sendo caracterizados pela grande roda da frente, um quadro simples com um tubo curvo na diagonal que ligava o sistema de direcção, situado no topo da roda da frente, com a roda de trás de menores dimensões. A estrutura era complementada pela forqueta de ligação entre a roda da frente e o guiador, sendo de forma recta. Estes modelos, apesar de terem algumas diferenças, eram formalmente idênticos ou com poucas diferenças de forma entre si.



**Figura 12 – Modelo Kangaroo, um dos vários modelos que recorriam ao aumento da roda da frente de tracção para aumentar a rentabilidade de pedalada [13].**

Com o surgir da bicicleta segura no início do século XX, atingiu-se a geometria de bicicleta que perduraria até aos dias de hoje (figura 13). Esta bicicleta pela sua importância formal seria adoptada durante as décadas posteriores, em várias conceções, que apenas faziam alterar alguns pormenores, sem contudo perder a configuração do modelo original.

Esta tipologia de bicicleta é caracterizada pelo seu quadro, simples, recto, depurado e formalmente semelhante às faces de um diamante, designação pela qual também foi reconhecido, baseado numa estrutura composta por várias formas triangulares que no seu conjunto formam o referido "diamante".

As rodas de diâmetro semelhante permitem que a bicicleta, no seu todo, seja formalmente quase simétrica entre a parte posterior e anterior do veículo. Os pontos mais elevados do veículo são os acessórios de interface com o corpo do ciclista, como suporte do corpo e como direcção do veículo.

A forma inicial depurada da bicicleta segura evoluiria ao longo dos anos, quer com a adição de novos componentes para novas necessidades, quer com pequenos reajustes estruturais no sentido de melhorar as condições técnicas ou de melhorar o desempenho e rendimento da bicicleta, como é o caso da diminuição das distâncias entre as rodas e o quadro, ou a aplicação de formas ovaladas dos tubos do quadro e da aplicação de novos materiais.



Figura 13 – Bicicleta segura com quadro em forma de diamante utilizando tubagem rectilínea [14].

Esta tipologia de quadro e de bicicleta influenciaria modelos que surgiriam posteriormente, não só pelas formas, mas principalmente pela postura corporal que este quadro implicaria. A postura corporal do ciclista adoptada nesta proposta seria adoptada também por outros conceitos emergentes, confirmando os benefícios de tal posição para pedalar. Como constatado por Alex Moulton, quando desenvolveu o modelo de seu nome, esta posição sobre a bicicleta conseguida pelo modelo tipo Humber é nitidamente a mais favorável para pedalar sobre uma máquina, daí que o seu conceito, apesar de inovador, mantenha a mesma posição preconizada com o aparecimento do modelo "clássico".

Na década de trinta surgiria um novo conceito de pedalar que implicaria uma nova e radical posição de pedalada e por consequência uma nova e radical forma da bicicleta: a bicicleta inclinada (figura 14).

Esta bicicleta mais baixa e mais comprida do que o modelo "clássico", é caracterizada pelo seu quadro radicalmente diferente, tanto na sua versão curta como na versão comprida, derivando de algumas propostas efectuadas no final do século XIX que procuravam novas formas de pedalar.

O quadro mais alongado e baixo permite uma posição do ciclista deitado sobre a bicicleta. Morfologicamente, a grande diferença desta tipologia de bicicleta para as atrás mencionadas é a colocação do centro pedaleiro mais distanciado da roda de trás, a colocação do guiador em posição mais recuada da roda da frente, a necessidade de uma estrutura mais complexa se utilizados os mesmos tubos de um quadro clássico e um selim que contenha igualmente apoio lombar. Geralmente este tipo de bicicleta é convidativo a utilização de rodas de menor diâmetro para que o recurso a pôr o pé no chão seja mais facilitado.

A configuração do quadro depende sobretudo da posição a adoptar pelo ciclista ser mais deitada ou mais sentada e da altura do corpo relativamente ao chão.

Os componentes adicionais ao quadro da bicicleta são em tudo iguais aos utilizados noutros modelos.



**Figura 14 – Modelo de bicicleta com o ciclista na posição quase deitada, permitindo uma nova e diferente forma de pedalar [15].**

Um modelo, surgido em 1959, rompe formalmente com os estereótipos de bicicleta até aí conhecidos: o modelo Moulton (figura 15). Mantendo a mesma posição do ciclista, Moulton desenvolveu um conceito de mini bicicleta, perfeitamente enquadrado com as tendências da época.

O modelo Moulton é caracterizado por recorrer a rodas de diâmetro de 16 polegadas, com um quadro estruturalmente simplificado e compacto, abandonando as formas triangulares do modelo Humber, rebaixando para o efeito o tubo horizontal, e mantendo os ângulos e as distâncias entre os diversos componentes. Os tubos de selim e diagonal têm um diâmetro superior aos demais constituintes do quadro.

Este modelo é visualmente mais leve, mais pequeno e compacto, com o centro de gravidade mais baixo, o que o torna a sua maneabilidade e controlo mais fáceis.



**Figura 15 – Modelo de bicicleta de pequenas dimensões mantendo a mesma postura da normalmente utilizada no modelo de bicicleta clássica. Na figura o Engenheiro Alex Moulton a experimentar o modelo por si concebido: o modelo Moulton [16].**

Este modelo seria importante na evolução formal da bicicleta, porque pôs em questão algumas regras pré-estabelecidas e que serviu para que modelos posteriores tivessem a mesma capacidade de questionar algumas regras adquiridas e impostas pelo modelo de bicicleta com quadro "em forma de diamante".

A partir deste modelo, a forma da bicicleta evoluiu para um sem número de propostas possíveis, com geometrias diversificadas, explorando conceitos desde os mais audazes até aos mais conservadores.

Exemplo da nova mentalidade sobre as formas possíveis a adoptar pelas bicicletas são os modelos posteriores: o modelo RSW 16 e o modelo Shopper (figura 16A e 16B).



Figuras 16A e 16B – Modelos de bicicleta posteriores ao modelo Moulton e que desenvolveriam mais aprofundadamente o conceito de bicicleta de pequenas dimensões [17].

Estes modelos foram nitidamente influenciados pelo modelo de Moulton, não só no reduzido diâmetro das rodas (16 e 20 polegadas respectivamente), mas principalmente pela forma do quadro, compacto, baseado numa estrutura tubular simples, onde os tubos de selim e diagonal são os de maior diâmetro.

Estas propostas são também complementadas com alguns acessórios que por serem igualmente construídos através de finas estruturas, enquadram-se visualmente na perfeição com a forma do quadro e por conseguinte com a bicicleta, resultando em propostas esteticamente coerentes.

No seguimento da evolução formal da bicicleta surge o modelo Chopper que é, em termos formais, radicalmente diferente (figura 17).

A forma da bicicleta é particularmente apelativa ao gosto pelos desportos motorizados em terrenos fora da estrada, expressos na configuração do quadro, nos guarda-lamas e no tubo horizontal de diâmetro superior. Este modelo destinado a um público infantil era igualmente caracterizado pela diferença de diâmetro entre rodas, sendo a roda de direcção a mais pequena, pelo quadro em formato de cruz, com a parte de trás muito particular devido ao desenho do selim que incluía também uma zona de apoio lombar. O ângulo da frente da bicicleta formado pela forqueta e pelo guiador, a roda da frente rebaixada, a inclusão de uma manete de velocidades e o "lettering" utilizado no quadro da bicicleta, ajudavam a que visualmente a bicicleta parecesse extremamente dinâmica e veloz, um pouco rude e agressiva, como as formas comuns ao tipo de veículos em que foi inspirada.



**Figura 17 – Bicicleta destinada à utilização por crianças com novas e radicais formas relativamente aos modelos predecessores. Este modelo teria uma enorme aceitação no público infantil e juvenil, pela sua aparência e pela inclusão de um sistema de mudanças original [18].**

Um dos modelos mais característicos da história da bicicleta foi o modelo BMX (figura 18), também apelando a manobras arriscadas, este modelo é característico por ser extremamente compacto, com o quadro com o centro de gravidade muito baixo, com rodas largas, selim rebaixado, guidador com reforço e centro pedaleiro robusto, denotando em todos os pormenores a robustez necessária para poder efectuar todo o tipo de manobras arriscadas com segurança.



**Figura 18 – Modelo de bicicleta BMX utilizado, geralmente por um público juvenil, para executar manobras arriscadas. Este modelo por ter o centro de gravidade rebaixado permite melhor domínio e controlo do veículo facilitando as manobras a efectuar com o mesmo [19].**

Após o modelo BMX, surgiria um outro modelo com forma apelativa ao todo-o-terreno e que ficou conhecido como Bicicleta de Todo-o-Terreno, ou BTT (figura 19).

Este modelo, conforme a sua designação, era indicado para a utilização em terrenos montanhosos, daí que a sua geometria e forma sejam também influenciadas pela característica todo-o-terreno que o modelo representa.

Toda a geometria e forma da bicicleta denotam a apetência para percursos difíceis, onde é necessária boa resistência e rigidez do veículo, assim os pneus, rodas e tubos do quadro têm um diâmetro superior aos demais modelos surgidos até aqui e as distâncias entre as rodas e o quadro são também superiores. Na sua globalidade a bicicleta transmite uma ideia de veículo forte e robusto, ideal para transmitir a ideia de segurança necessária para enfrentar a normal utilização deste veículo.

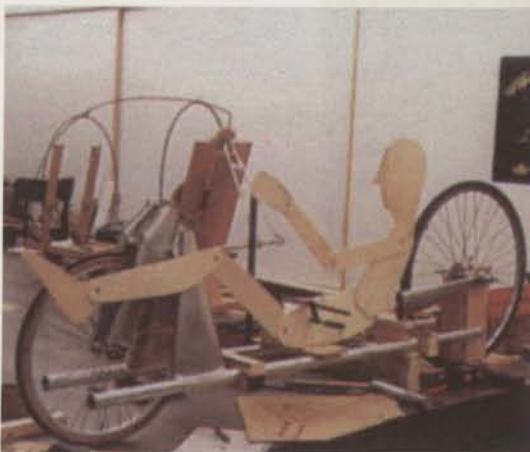


Figura 19 – Um dos primeiros modelos de bicicleta de montanha, modelo que conseguiu evoluir até se tornar nos dias de hoje um dos mais solicitados e adquiridos no mercado velocipédico [20].

A década de 70 é também altura de redescobrir outras formas de pedalar, surgindo novamente o interesse pelos modelos de bicicletas para pedalar na posição inclinada.

Alguns destes modelos deram continuidade aos modelos desenvolvidos na década de 30, mas aplicando novos materiais e novas configurações às bicicletas dessa época.

Estes modelos são característicos pela posição rebaixada do condutor, mas em algumas propostas a posição do ciclista é rebaixada ao máximo, encontrando-se quase ao nível do solo (figura 20A). Estes modelos, extremamente rebaixados, são geralmente revestidos por um material compósito com uma forma aerodinâmica, orgânica e fluida, na tentativa de minimizar o atrito ao ar. Para melhor fluir no ar, estes veículos adquirem formas muito semelhantes a gota de água (figura 20B).



Figuras 20A e 20B – Estudo e modelo final de um modelo de bicicleta de posição deitada. Estes modelos evidenciam ao máximo a rentabilidade que se pretende obter com o rebaixamento da posição de pedalada por parte do ciclista [21].

As propostas de bicicletas inclinadas incluem bicicletas mais alongadas e bicicletas mais compactas (figuras 21A e 21B). Geometricamente apenas divergem na relativa localização das rodas, ficando a roda da frente bem mais recuada e próxima da roda de trás. Por isso, formalmente é notória a diferença da localização do guiador, enquanto no modelo compacto este fica colocado quase ao centro da bicicleta num nível superior ao quadro, funcionando directamente sobre a roda da frente. No modelo alongado, o guiador fica colocado ao nível do quadro e funciona indirectamente sobre a roda da frente.



Figuras 21A e 21B – Modelos de bicicletas de posição deitada, um modelo de base de rodas comprido e um modelo de base de rodas compacto [22].

O início da década de 80 é marcado por uma nova forma de bicicleta, a bicicleta de baixo perfil (figura 22).

Esta bicicleta é em tudo igual à bicicleta em forma de diamante, apenas modificando a altura do cabeça do quadro e com isso colocar o guiador mais baixo permitindo ao ciclista uma posição mais aerodinâmica e rebaixada sobre a bicicleta. A bicicleta adquire uma forma lançada para a frente. Uma das características morfológicas deste modelo é a forma do guiador, uma vez que este é em forma de "U" virado para a frente, assemelhando-se aos chifres de uma cabra (daí que em Portugal esta bicicleta seja reconhecida como "Cabra").

Alguns destes modelos diminuem ainda a distância da roda de trás com o quadro, na tentativa de conseguir melhor coeficiente aerodinâmico, muitas vezes ao próprio tubo de selim é lhe dada uma ligeira curvatura para que a roda de trás consiga avançar mais alguns milímetros.



Figura 22 – Bicicleta inclinada reconhecida em Portugal como "Cabra". Este particular modelo é utilizado quando são necessárias altas performances para pedalar, normalmente em ciclismo de alta competição como o caso das provas de contra-relógio ou de perseguição em pista [23].

É também na década de 80 que surge um novo conceito de bicicleta, baseado na concepção de uma estrutura minimalista e desmontável: o modelo Strida (figura 23).

Este modelo, concebido para o tráfego das cidades, é característico pela sua forma estrutural em forma de pirâmide, utilizando para o efeito três tubos que rebatem entre si, permitindo acondicionar a bicicleta para uma forma mais facilmente transportável e de armazenamento. As rodas utilizadas, de tamanho reduzido, ficam situadas nos dois vértices inferiores do triângulo, ficando o selim colocado numa das arestas e o sistema de direcção no outro vértice do triângulo.

A característica principal da forma depurada deste veículo é a simplicidade formal baseada numa forma geométrica simples como o caso do triângulo. O quadro da Strida recorre também à forma geométrica do triângulo para conceber a sua estrutura, mas, ao contrário do modelo de quadro Humber, a aplicação do triângulo é feita com a base do triângulo em baixo e o vértice voltado para cima, enquanto no modelo tipo "diamante" o vértice do triângulo central ficava voltado para baixo, ficando a base da figura na parte superior do veículo. A parte superior da bicicleta, ao contrário de outros modelos onde o selim e o guiador assumem a quota mais elevada, neste modelo é o vértice da própria estrutura do quadro que se situa na parte mais elevada da bicicleta.

A simplicidade do modelo resultou num modelo visualmente sóbrio, estável e quase simétrico entre a parte posterior e a parte anterior do veículo.



Figura 23 – Bicicleta rebatível Strida, com rodas de pequeno diâmetro e estrutura dobrável [24].

A mesma filosofia de projecto de uma bicicleta de formas depuradas e minimalistas, foi aplicada no início da última década do século XX, num modelo híbrido denominado de Zike (figura 24).

Este modelo é singular pelas suas reduzidas dimensões, tanto da sua estrutura principal como das rodas utilizadas.

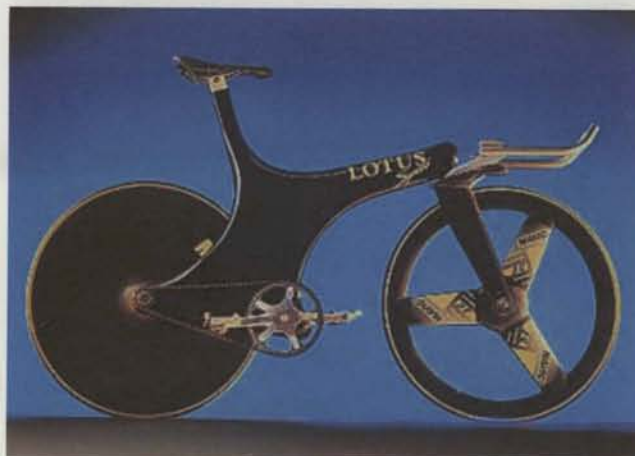
O seu formato minimalista é baseado numa estrutura simples que consiste numa trave longitudinal onde são agregados os sistemas de direcção, transmissão e onde são fixas a forqueta da roda da frente, as ponteiras do quadro perto da roda de trás e o tubo de selim.

O resultado visual consiste num "H" formado pelo tubo longitudinal, o tubo de selim e as escoras traseiras do quadro e a forqueta e tubo de direcção.



**Figura 24 – Bicicleta de pequenas dimensões apoiada por um pequeno motor eléctrico para ajudar o ciclista em terrenos de declive acentuado [25].**

Também em 1992, surgiu uma bicicleta preparada especialmente para os Jogos Olímpicos desse mesmo ano, designada por Lótus Sport (figura 25).



**Figura 25 – Bicicleta de alta competição para provas em pista. Modelo com quadro em monocoque de compósito em carbono, utilizada pelo ciclista britânico Cris Boardman nos Jogos Olímpicos de 1992 em Barcelona, Espanha [26].**

Esta bicicleta, revolucionária pela tecnologia que lhe é inerente, mantém as posições relativas entre os seus componentes tal como a bicicleta de baixo perfil do início da década de 80. No entanto, as formas orgânicas do seu quadro conferem à bicicleta um aspecto dinâmico, veloz e elegante. O quadro monocoque em compósito de carbono engloba toda a estrutura normal de um quadro clássico e também uma grande percentagem do espigão de selim, o que no seu todo confere a este uma "limpeza" e fácil leitura.

A elegância formal, inerente a este quadro, manifesta-se não só numa vista lateral da bicicleta, mas também numa vista anterior e posterior da mesma, resultado da secção ovalada do próprio quadro, visível principalmente na extensão superior que suporta o espigão de selim.

Hoje em dia a forma da bicicleta não está tão dependente de estereótipos como antes. As novas formas de abordar o projecto e de efectuar conceitos e principalmente as novas tecnologias, tornaram a área de projecto de bicicletas mais rica em conceitos capazes de elaborar propostas mais completas e mais ambiciosas (figuras 26 a 31).

Hoje em dia, as propostas de bicicletas adoptam formas orgânicas e configurações muito elaboradas que tornam as propostas, por vezes, difíceis de serem entendidas numa primeira análise (figura 26).

A forma da bicicleta, principalmente por intermédio do seu quadro, foi radicalmente posta em causa, verificando-se nos dias de hoje formas muito diferentes que rompem abruptamente com a ideologia que até há bem poucos anos girava em torno do modelo Humber.

Hoje, o conceito de bicicleta deixou de ter como limite a geometria triangular e rectilínea relativa aos modelos que proliferaram na história da bicicleta. Hoje, a forma da bicicleta apenas está condicionada pela imaginação dos projectistas e pela maneira como conseguem adequar esses conceitos à antropometria humana.



Figura 26 – Bicicleta Ball Bike, concorrente ao concurso runride no ano de 1997, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, obtendo o 3º lugar [27].



Figura 27 – Bicicleta 2C, concorrente ao concurso runride de 1996, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, sendo finalista [28].



Figura 28 – Bicicleta Eagle, concorrente ao concurso runride de 1997, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, obtendo o 2º lugar [29].



Figura 29 – Bicicleta Family, concorrente ao concurso runride do ano de 1999, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, obtendo a classificação de excelente [30].



Figura 30 – Bicicleta Run, concorrente ao concurso runride do ano de 1996, sobre design de bicicletas, promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan, sendo finalista [31].



Figura 31 – Modelo de bicicleta de forma singular, implicando uma nova postura do ciclista e soluções técnicas para concretizar o modelo, igualmente inovadoras [32].

### **3.2 – Tipos de bicicletas**

A existência de vários modelos de bicicletas implicou que cada um fosse identificado segundo certas tipologias e subgrupos de bicicletas.

Há alguns anos atrás as várias versões de bicicleta dividiam-se em dois tipos: as bicicletas de desporto e as bicicletas de estrada do dia-a-dia, que em Portugal seriam denominadas por “pasteleiras” (figura 32).

As bicicletas de desporto eram caracterizadas por terem um guiador curvo e rebaixado e possuírem mudanças com desviador. No entanto, este tipo de bicicleta era dividido em dois subgrupos: as mais leves de competição e as mais pesadas de passeio. As bicicletas de competição não possuíam qualquer acessório ornamental, enquanto as bicicletas desportivas de passeio possuíam cestos de carga e guarda-lamas por cima das rodas.

As bicicletas de estrada do dia-a-dia, ou “pasteleiras”, eram caracterizadas pelo seu guiador plano e as mudanças utilizadas serem embutidas no cubo da roda de trás. Normalmente estas bicicletas incluíam também guarda-lamas em ambas as rodas, uma plataforma de carga, protector de corrente, campainha e iluminação efectuada com recurso a um dínamo que actuava sobre a roda da frente.



Figura 32 – Modelo actual de “pasteleira”, bicicleta de viagem [33].

A omnipresença do quadro tipo Humber, há uns anos atrás, fez com que as categorias e subgrupos de bicicletas fossem muito mais restritos, no entanto e como referenciado por Richard Ballantine “...Havia muito mais subtipos em cada categoria, mas era necessário um rápido olhar sobre a bicicleta para compreender o seu género e propósito...” [34].

Hoje em dia existem mais categorias e subgrupos resultado duma maior liberalização e proliferação de distintos modelos de bicicletas. Como exemplo, uma bicicleta de montanha para passeio e turismo pode ser idêntica a uma bicicleta de estrada nos seus mais pequenos detalhes, com a excepção da sua estrutura principal.

Existem também veículos, denominados por HPV (Human Power Veicules), movidos a força humana, que abrangem todas as categorias desde veículos de quatro rodas para transporte de passageiros, até veículos extremamente aerodinâmicos para atingir grandes velocidades. Esta tipologia de veículos, por englobarem uma tão grande variedade de respostas é também multifacetada em termos de formas, correspondendo a uma grande variedade de designs.

Atendendo à sua forma e sua produção, as bicicletas, actualmente, podem-se dividir em duas categorias: as bicicletas seguras e as bicicletas inclinadas [35].

As bicicletas seguras são compostas por quatro subgrupos de bicicletas: as bicicletas de passeio e de estilo, as de viagem e cidade, as de desporto e as de montanha [35].

Pertencem ao subgrupo das bicicletas de estrada e de estilo as bicicletas de cruzeiro, as bicicletas de BMX e as bicicletas de passeio.

As bicicletas de cruzeiro, idênticas às utilizadas pelos ardinas de bicicleta dos Estados Unidos, consistem em modelos robustos, de roda de 26 polegadas, de pneus grossos com apenas uma velocidade de cubo, com travões de contra-pedal, guiador largo e selim macio. Concebidas para passeios, estes modelos podem ser um pouco pesados, daí a sua pouca apetência para percursos íngremes, mas a sua fiabilidade e durabilidade fazem com que a sua manutenção seja mínima.

As bicicletas BMX, nas vertentes de passeio e de Freestyle, são caracterizadas pelo quadro de dimensões compactas, pneus com pitons, uma única velocidade e forqueta recta. O modelo BMX de passeio é semelhante ao BMX para crianças, apenas difere na escala de construção. Os modelos BMX de Freestyle são modelos equipados com bases para colocação dos pés junto a ambas as rodas, quadro mais forte e direcção de rotação ilimitada, para permitir efectuar as manobras e exercícios em cima da bicicleta.

As bicicletas de passeio são caracterizadas pelas rodas de 26 ou 28 polegadas, quadro tipo Humber, pneus finos, mudanças com apenas uma velocidade ou com velocidades de cubo, guarda-lamas, descanso e protector de corrente. Existem modelos mais pesados para uma utilização menos exigente e modelos mais leves para uma utilização com necessidade de rapidez de deslocação. As bicicletas de passeio modernas já incluem mudanças externas com



desviador e carretos de cremalheiras múltiplas, travões em "V", suspensão frontal e são construídos à base de ligas leves.

As bicicletas de viagem e de cidade são muito similares, havendo por vezes alguma dificuldade por parte dos fabricantes em catalogá-las de modo conveniente (figura 32).

Estas bicicletas são diferenciáveis pela medida das rodas, enquanto a bicicleta de viagem utiliza rodas de 28 polegadas. O modelo de cidade utiliza rodas de 26 polegadas, pela maior proximidade ao modelo de bicicleta clássica por parte da bicicleta de passeio, enquanto o modelo de cidade se assemelha mais ao modelo de bicicleta de montanha.

A utilização destes dois modelos é também algo diferente, pois enquanto o modelo de viagem é nitidamente para uma utilização em estrada, o modelo de cidade, assemelhando-se ao modelo de todo-o-terreno, é também convidativo à sua utilização no campo, mas com pneus finos e guarda-lamas estreitos, não pode ter o mesmo tipo de aplicação do que o modelo ao qual se identifica.

Uma outra vertente deste tipo de bicicletas é as bicicletas de carga. Algumas bicicletas de viagem são transformadas para permitir transportar da melhor forma pequenas cargas, daí que uma solução encontrada seja a utilização de bicicletas de viagem destituídas de todo e qualquer acessório que não seja fundamental para a bicicleta, uma vez que estes provocam um ligeiro aumento do peso final do veículo, sendo necessário "arrastar" menos peso.

Além dos modelos transformados, existem também modelos que recorrem a acessórios complementares que se anexam à bicicleta, como o caso dos pequenos atrelados de carga e das caixas rígidas de transporte de pequenos e médios volumes. As caixas para volumes são colocadas aproveitando os espaços vazios resultantes das estruturas que compõem a bicicleta, implicando alterações na forma da bicicleta, passando esta agora a ter visualmente um aspecto mais "pesado" e mais espaçoso, resultado do volume que essas mesmas caixas adquirem na composição bicicleta/caixas de carga.

As bicicletas com atrelados são morfologicamente mais volumosas e ocupam maior área espacial. Estes apêndices anexados à bicicleta, são compostos por estruturas simples que servem de suporte às cargas, e que, distendendo-se ao longo da estrada conferem ao conjunto um maior comprimento e maior volumetria (figura 33).

Formalmente, estes veículos não são uniformes. O maior volume é de bicicleta e o menos volumoso, o reboque, evidenciando uma quebra e alguma falta de coerência formal entre estes dois espaços completamente distintos e diferenciados, um espaço destinado ao ciclista e um outro espaço destinado à multiplicidade de volumes que se pode fazer transportar.



Figura 33 – Modelo de bicicleta de carga com atrelado para aumentar a capacidade de transporte [36].

As bicicletas de desporto são compostas pelos modelos desportivos, de turismo, de triatlo, de competição em estrada, de contra relógio e de pista.

As bicicletas designadas de desportivas derivam das bicicletas de alta competição em estrada, com o quadro em "forma de diamante", rodas de 28 polegadas, pneus fios, acessórios de alumínio, mudanças de desviador, selim estreito e guiador curvo rebaixado.

Estas bicicletas podem variar muito em termos de qualidade, desde modelos idênticos aos de passeio mas com mudanças de desviador, até bicicletas extremamente leves assemelhando-se em termos funcionais, na maior parte das vezes, às bicicletas de turismo desportivo, treino, triatlo e competição.

O modelo de bicicleta desportiva designado de "10 velocidades" foi aquele que obteve o maior sucesso entre este tipo de bicicletas e que fomentaria, principalmente nos Estados Unidos, a utilização da bicicleta como meio de transporte alternativo.

Este tipo de bicicleta é extremamente agradável e fácil de conduzir, apesar do seu peso excessivo e a qualidade não ser a mais evoluída.

As bicicletas de turismo, versão estrada, são na generalidade idênticas às bicicletas desportivas, apenas a sua geometria ou configuração são alteradas de forma a tornar o veículo mais confortável, estável, e mais fácil de conduzir com bagagem. Também fazem parte destes modelos estruturas suporte de bagagens por cima da roda traseira e em cada um dos lados da roda da frente, guarda-lamas inteiros, vários pontos para bidões de água e grande amplitude na variedade de multiplicações de andamentos para permitir transportar as áreas de bagagens cheias, mesmo em pisos extremamente íngremes.

As bicicletas de turismo desportivo são bicicletas com rodas mais leves, pneus estreitos e quadro rígido, que poderá ser igualmente uma bicicleta de competição com rodas e pneus mais pesados e uma geometria do quadro mais relaxada, com ângulos ligeiramente mais fechados. Utilizada aos fins-de-semana e férias, inclui geralmente um pequeno suporte traseiro para pequenas cargas, guarda-lamas e um carreto com cremalheiras de desmultiplicações muito próximas capazes de desenvolver boa velocidade e, ao mesmo tempo, subir percursos inclinados. Estes modelos apresentam boa qualidade de materiais dos componentes.

As bicicletas de treino podem ser rápidas, podem ao mesmo tempo ser propícias ao turismo ou ao transporte de pequenas coisas.

Geometricamente derivam das bicicletas de competição de estrada, estando concebidas para um bom rendimento de pedalada, não tendo para o efeito espaço para guarda-lamas, suporte de cargas, ou qualquer outro acessório complementar que não seja essencial à função. Os componentes e configurações deste modelo visam somente tirar o melhor proveito por pedaladas relegando questões como a comodidade, principalmente em percursos irregulares, para segundo plano. A diferenciação entre este tipo de bicicleta e os modelos de competição em estrada reside no factor qualitativo geral do veículo, posicionando-se num patamar qualitativo médio/alto, enquanto que os modelos de competição são de alto nível tecnológico.

Uma outra tipologia de bicicletas é os modelos de triatlo, igualmente muito semelhantes aos modelos de competição, sendo diferentes pela geometria da traseira do quadro ser mais curta e pela frente do mesmo ser ligeiramente mais rebaixada. Estes modelos acompanham a vanguarda tecnológica aplicada ao nível das bicicletas.

As bicicletas de competição em estrada (alta competição), são utilizadas para competições desportivas de alto rendimento e que para isso são concebidas tendo em particular atenção a rentabilidade obtida em cada pedalada (figura 34). Para isso, estas máquinas fazem uso de um quadro em forma de diamante – se bem que a tendência nos últimos anos tenha sido de manter os diversos ângulos apenas alterando a inclinação do tubo superior – elegante e resistente, com aros de alto perfil, *boyaux* de seda, alguns componentes como mudanças, crenques, cubos, espigão de selim, avanço, guiador em compósito de carbono. Estes modelos são leves e fáceis de manobrar.



Figura 34 – Modelo de bicicleta de alto rendimento para a competição executada em compósito de carbono e com uma forma tipo “Boomerang” deixando o selim em suspensão [37].

Uma tipologia de bicicletas que deriva também do quadro em forma de diamante é a bicicleta de contra-relógio. Estas bicicletas são em tudo idênticas as bicicletas de estrada, apenas se diferenciando pela geometria do quadro.

O quadro é notoriamente diferente do seu congénere de estrada, apresentando uma forma diferente resultante da sua inclinação para a frente e da proximidade à roda de trás, o que por vezes implica que a forma deste tubo seja ligeiramente curva.

Uma característica essencial deste tipo de bicicleta é o facto de ser extremamente leve, não só por não ter componentes que não os essenciais, mas também por utilizar a tecnologia de ponta aplicada no campo dos velocípedes.

As bicicletas de pista, um outro tipo de bicicletas, são em tudo idênticas às bicicletas de contra-relógio e às bicicletas de alta competição, existindo uma terceira versão ligeiramente alterada da bicicleta de estrada.

Morfologicamente estas bicicletas são idênticas às duas anteriores mencionadas, mas não incluem na sua composição qualquer sistema de direcção ou qualquer sistema de mudança, utilizando o sistema de “roda presa”, que consiste na ligação directa da cremalheira ao cubo da roda de trás. Em algumas ocasiões estes modelos podem incluir rodas lenticulares, ou de poucos raios do género da jantes, em compósito de carbono.

Existe um terceiro modelo de bicicleta de pista que mantém a mesma estrutura da bicicleta de estrada, mas com a posição do guiador mais elevada e a forqueta utilizada em sentido inverso.

Uma outra versão derivada da bicicleta de competição é o modelo de ciclo-cross, que é normalmente utilizado em percursos pouco regulares.

A bicicleta de ciclo-cross é parecida ao modelo de estrada, verificando-se pequenas alterações que permitem desempenhar melhor a sua função no seu meio, como é a maior distância entre a tubagem do quadro e as rodas, tubos de quadro achatados, travões tipo “Cantilever” ou travões em “V”, aros mais largos e “boyaux” mais largos, mais altos e com piso mais acentuado.

Existe ainda uma tipologia de bicicleta que é pouco difundida e que normalmente pode ser observada em desportos de pavilhão, como o ciclo-ball e o ciclismo artístico ou as actividades circenses (figura 35). A bicicleta é caracterizada pela localização recuada do selim, pelo ângulo mais aberto do cabeço do quadro, pela forqueta recta, pelo guiador curvo idêntico ao de competição mas invertido e pela transmissão ser directa e com desmultiplicações muito idênticas entre o carreto e a roda pedaleira.



Figura 35 – Bicicleta utilizada nas actividades circenses, de forma mais compacta do que os modelos de estrada, utiliza um guiador curvo invertido e selim com apoio lombar, para melhorar a posição que permita efectuar os números de circo [38].

Uma tipologia de bicicleta que deriva do modelo tipo Humber é a bicicleta de dois ou mais ciclistas, designada de Tandem. Os modelos Tandem são em tudo idênticos aos modelos individuais, apenas derivam na sua estrutura de maiores dimensões e na transmissão por corrente que necessita de coordenar os respectivos centros pedaleiros, fazendo-os ligar entre si através de correntes e destes ao carreto da roda de locomoção. O quadro para estes modelos é estruturalmente idêntico ao de um modelo individual, funcionando como se fossem anexados dois ou mais quadros entre si, apenas sendo reforçado com os tubos diagonais de maior diâmetro, ou com mais dois tubos de cada lado, fazendo a diagonal do veículo.

Uma tipologia de bicicleta muito difundida nos últimos anos é a bicicleta de montanha ou de todo-o-terreno.

Inicialmente, a bicicleta de montanha destinava-se à utilização fora de estrada. Hoje em dia a sua utilidade foi amplamente alargada, podendo funcionar como uma bicicleta de turismo, de cidade, de técnicas, de trial, de Freestyle, Downhill e Cross-country.

A bicicleta de montanha designada de "clássica" é o modelo mais aproximado dos primeiros modelos de bicicleta de montanha. Esta bicicleta é caracterizada pelas dimensões das rodas de 26 polegadas, pelos pneus extremamente altos e largos e com piso extremamente pronunciado, pela forma do quadro, que mantém o tubo superior horizontalmente, pelo guiador recto, pelos travões tipo "cantilever" e pela simplicidade de todo o modelo, não incluindo qualquer sistema de suspensão e mesmo o funcionamento das mudanças e dos pedais é muito simples, sem grandes alterações à configuração inicial da bicicleta.

A simplicidade deste modelo implica que a sua utilização seja destinada a pequenas jornadas em terrenos não muito agressivos e que as exigências à bicicleta não sejam grandes.

Os modelos de "cross-country" são ligeiramente diferentes dos modelos clássicos pelo facto do quadro incluir o tubo superior inclinado para trás, por incluir sistema, ou sistemas, de suspensão, pelos travões tipo "V", pelas extensões laterais nos guiadores, pelo sistema de

mudanças "rapidfire" ou "grip shift" e de uma maneira geral pela qualidade dos componentes, que são superiores e mais leves do que o modelo clássico. Atendendo a que os modelos de "Cross-country" se baseiam cada vez mais na vertente competitiva, estas bicicletas sofreram alterações estruturais ao nível dos ângulos do quadro que tendem a ser mais abertos em detrimento de uma posição mais relaxada dos antigos modelos.

As bicicletas de montanha técnicas e de trial são concebidas para condições de terreno extremas, por vezes necessitando de ultrapassar obstáculos muito difíceis sem colocar o pé no chão. Assim, estes modelos identificam-se pela altura do eixo do cento pedaleiro ao chão ser maior do que nos outros modelos e pela forma compacta do seu quadro, para permitir ultrapassar obstáculos e controlar melhor o veículo respectivamente. Os modelos de trial geralmente não incluem suspensão.

As bicicletas de Freestyle são idênticas aos modelos de trial, mas fazendo recurso a sistemas de suspensão em pelo menos uma roda.

As bicicletas de Downhill são modelos preparados para efectuar descidas a grandes velocidades, efectuar percursos em muito mau estado, muito irregulares, e por vezes grandes saltos. Estes modelos são reconhecidos pela sua aparência robusta, com uma estrutura de quadro muito forte e volumosa, geometria do quadro com ângulos mais abertos, suspensão em ambas as rodas, centro pedaleiro elevado, travões de disco, guiador ao nível do selim ou inclusive ligeiramente mais elevado, pneus altos e largos com o piso em pitões extremamente delineados e altos. As bicicletas de Downhill, pela sua necessidade de robustez e segurança, aparentam semelhanças com motorizadas de Cross, resultando igualmente num peso final acentuado, daí que estes modelos se destinem a efectuar descidas, não sendo muito aconselháveis para percursos de subidas íngremes.

Os modelos de bicicleta de montanha de turismo são muito semelhantes às bicicletas de turismo em estrada, utilizando apenas rodas de 26 polegadas e guiador plano, mantendo a mesma filosofia do referido veículo: grande variedade de andamentos, bons travões, suportes de pequenas cargas e duas grades para bidões de água.

As bicicletas inclinadas são caracterizadas pela postura que o ciclista adopta para pedalar sobre o veículo, interferindo também na forma deste.

Os tipos de bicicleta inclinada são três: a bicicleta inclinada com rodas afastadas e estrutura comprida, de rodas afastadas e estrutura compacta e distância entre rodas curta.

As bicicletas inclinadas são diferentes das bicicletas "seguras" por serem bicicletas onde o ciclista viaja numa posição mais baixa e quase deitada, implicando um veículo formalmente diferente, onde sobressai a forma do quadro por ser mais comprido, o selim com encosto para as costas, a roda de trás por vezes de dimensão superior, uma distância maior entre o centro pedaleiro e a roda de trás e a colocação do sistema de direcção ou por baixo do tronco ou a frente, podendo utilizar uma direcção indirecta sobre a roda da frente.

O modelo de bicicleta inclinada com rodas afastadas e estrutura comprida é caracterizada pelo quadro longo e rebaixado, pelo centro pedaleiro se encontrar por trás da roda da frente, pela roda de trás ser de maiores proporções, normalmente 26 polegadas, e a roda da frente ser de 16 a 20 polegadas.

Estes veículos têm um comprimento idêntico ao dos modelos de Tandem, privilegiando o conforto em detrimento da velocidade, são estáveis e fáceis de guiar, mas no meio do tráfego podem ser desconfortáveis e desajeitados.

Os modelos de espaço entre rodas afastada e estrutura compacta é identificado por ter o centro pedaleiro ainda mais perto da roda da frente, rodas mais pequenas, proporcionando ao ciclista uma viagem bem confortável.

As bicicletas inclinadas de distância entre rodas curta são diferentes das restantes bicicletas inclinadas, pela colocação do centro pedaleiro mais à frente e por cima da roda da frente. As

rodas são muito mais próximas e o quadro é formalmente muito mais simples, por vezes baseado num simples tubo de maior diâmetro que suporta todos os componentes a si ligados.

Estes modelos de bicicleta inclinada são extremamente confortáveis e permitem simultaneamente atingir boa velocidade pelo menor coeficiente aerodinâmico proporcionado pela colocação das pernas na horizontal.

Uma tipologia de bicicleta bastante divulgada é a bicicleta estática geralmente utilizada para exercícios de manutenção. Os modelos de bicicleta estáticos são muito diferentes dos "normais", uma vez que na sua generalidade apenas possuem uma roda que não pousa no solo, a sua estrutura é muito mais simples, geralmente em forma de "V", não ocupa tanto espaço no seu comprimento, mas a sua largura é ligeiramente maior devido à necessidade de uma base de apoio o mais estável. Além disso, o número de componentes não é tão grande como as bicicletas totalmente funcionais, pois este modelo não precisa de qualquer sistema de direcção, nem qualquer sistema de travagem.

### **3.3 - Marcas**

Agregado a cada modelo de bicicleta, a cada componente, a cada acessório, estão sempre identificações, referências e principalmente marcas que individualizam cada um dos produtos, criando ao seu redor uma conotação que os identifica com um certo tipo de proposta, uma linguagem ou um estilo.

As marcas são um factor importante no reconhecimento dos vários elementos constituintes das bicicletas e dos próprios modelos, muitas vezes o nome e a carga simbólica que essa própria marca implica influem na escolha de um acessório ou modelo. Ciclistas há que se identificam mais com acessórios italianos, outros porém, poderão identificar-se mais com material nipónico, francês ou de outra nacionalidade.

A disponibilidade de aquisição dos modelos de bicicleta pode ser efectuada de duas formas: ou comprar a bicicleta já montada de fábrica, onde todos os componentes vêm já estipulados consoante a versão de bicicleta escolhida, ou pode-se enveredar por adquirir os vários componentes isoladamente e monta-los *à posteriori*.

As bicicletas que vêm montadas de fábrica são normalmente constituídas por componentes da mesma marca e do mesmo grupo, sendo vendidas completas como um "kit" em que o comprador não pode alterar os acessórios que vêm já destinados aquela versão. Apesar do quadro ser um dos principais focos a ter em consideração quando se compra uma bicicleta, são os componentes que melhor ajudam a definir a sua qualidade.

Uma das possibilidades é a do próprio ciclista fazer a sua "composição" dos componentes que mais lhe convier e desejar, encarando a bicicleta como um produto modular em que o resultado final é o somatório dos diversos componentes que vão sendo escolhidos para conseguir um modelo final personalizado, resultante das escolhas do ciclista.

A bicicleta, vendida como um produto modular, permite a possibilidade de escolher os vários componentes individualmente, podendo o resultado final basear-se em componentes de marcas e grupos diferentes. Esta solução de bicicleta poderá ser ligeiramente mais dispendiosa, mas mais personalizada e com isso mais adequada aos gostos, necessidades e possibilidades de cada um, ao mesmo tempo que permite que se possa melhorar a bicicleta à medida em que vão surgindo novidades e melhoramentos nos vários elementos constituintes da bicicleta, ou fazer um "upgrade" a uma bicicleta antiga.

A bicicleta adquirida na sua totalidade permite fazer igualmente as melhorias atrás mencionadas, mas pelo simples facto de ser constituída de base por um mesmo grupo da mesma marca, convida a que seja mantida a mesma constituição da bicicleta. Alguns proprietários de bicicletas com o mesmo grupo na sua composição fazem a sua manutenção mantendo sempre os mesmos acessórios, ou mesmo quando existe a necessidade de os

modificar fazem-no por outros idênticos, tratando a bicicleta quase como um objecto de colecção.

A existência de marcas permite que sejam identificados estilos e qualidades intrínsecos a cada um delas, distinguindo-se na perfeição os componentes de uma marca de outra, pela forma, pela funcionalidade, pela qualidade dos materiais, ou pelas soluções técnicas adoptadas.

As marcas implicadas no meio velocipédico dividem-se em duas partes: as marcas associadas a bicicletas completas, normalmente a marca é representativa da parte comercial, ou seja, a bicicleta é identificada segundo a casa na qual foi adquirida, independentemente do tipo de bicicleta ou a marca dos componentes; e as marcas respectivas dos diversos acessórios e quadros que compõem a bicicleta.

As marcas representativas de empresas que comercializam bicicletas estão muitas vezes ligados nomes de antigos praticantes de ciclismo, daí que marcas como Gios (Itália), Colnago (Itália), Bianchi (Itália), Merckx (Bélgica), A.G.S. (Portugal), Etiel (Portugal), são conhecidas pelo passado que os seus proprietários desempenharam no meio velocipédico.

Mas a proliferação de lojas de bicicletas fez igualmente aumentar o número de marcas, destacando-se, além das atrás mencionadas, marcas como Pinarello (Itália), Olmo (Espanha), Orbea (Espanha), Trek (Estados Unidos), Cannondale (Estados Unidos), Raleigh (Inglaterra), Altis (Portugal), Masil (Portugal), entre muitas outras.

No que concerne às marcas dos diversos componentes, podem-se diferenciar marcas de quadros, grupos ou componentes, selins, guiadores/avanços, pneus ou *boyaux* e de aros.

As marcas de quadros podem ser entendidas de duas maneiras: as marcas de tubagem utilizada para construir os quadros, essencialmente de aço, e as marcas de quadros previamente construídos.

As tubagens normalmente aplicadas para construir os quadros de aço são essenciais para o resultado final da bicicleta. Os tubos utilizados na construção de quadros em ligas de aço são principalmente de três das marcas mais conhecidas: Reynolds, Columbus e Oria.

Pelo facto de se poder facilmente comprar tubagem em ligas de aço própria para quadros de bicicletas, a construção e venda de quadros de aço é muito comum, estendendo-se por inúmeros fabricantes desde empresas de grande porte, até pequenos fabricantes artesãos.

Neste campo as marcas de quadros mais conhecidas e de maior divulgação são os quadros de aço das marcas Colnago, Gios, Orbea, Bianchi, entre outros, e quadros que são feitos por pequenos artesãos como acontece em Portugal com a A.G.S., Valdemiro e Lousa.

Quanto aos quadros de alumínio, estes são executados por empresas de maior estrutura através de marcas como a Look, Time, TVT, Altec, Vitus, Alan, entre outros, que desenvolvem quadros concebidos por tubos e uniões colados que são elaborados por cada marca e que conferem ao quadro um carácter muito próprio e identificativo. Além deste tipo de quadros existem outros em alumínio que são em tudo idênticos aos de aço, recorrendo a tubos normalizados, mas desenvolvidos pelas próprias marcas, que são construídos por processos de soldadura tal como acontece nos quadros em ligas de aço sem uniões. Este género de quadros de alumínio é normalmente desenvolvido quer por algumas das marcas que desenvolvem quadros em ligas de aço, quer por marcas que desenvolvem todo o tipo de quadros.

Os quadros em carbono são menos acessíveis a empresas que não possuam uma estrutura de grandes dimensões, não só pelos custos de produção, mas também pela tecnologia necessária para tornar este tipo de propostas viável financeiramente. Assim, hoje em dia, existem algumas empresas que desenvolvem quadros executados unicamente em compósitos de carbono como a Colnago, a Zipp, a Specialized e a Look. Outras, porém, como a Orbea,

ainda se encontram numa fase embrionária de experimentação de produção destes quadros para verificar a viabilidade de um projecto deste tipo.

Os componentes são os elementos de uma bicicleta que maior impacto tem sobre os ciclistas. A referência a marcas de componentes é uma forma mais directa e usual de qualificar a qualidade intrínseca de uma bicicleta. Uma bicicleta com um grupo de componentes de uma dada marca pode dotar a bicicleta de um certo "*status qualitativo*", ou seja, uma bicicleta com um grupo de componentes da marca Campagnolo, por exemplo, é tida como melhor que uma bicicleta com componentes de outras marcas menos conhecidas, de igual qualidade. A marca é também determinante para o "*status*" de uma bicicleta, tornando-a mais ou menos "*nobre*".

Assim, as marcas de maior qualidade e mais conhecidas no meio velocipédico são a Campagnolo, a Shimano e a Mavic, proliferando outras marcas com menor expressão e peso no mercado como a Sachs ou a Miche.

Uma outra especificidade dos componentes é os da direcção: os guiadores e os avanços. Estes acessórios tal como os aros são acessórios que requerem alguma especificidade daí que as usuais marcas de componentes abduquem na generalidade deste tipo de produtos, deixando-os para outras marcas que tenham capacidade de os produzir. Marcas como a Cinelli, Ritchey, 3TTT, Deda, ITM, entre outras destinam-se a execução desta especialidade de componentes.

Quanto aos aros, as exigências deste tipo de peças implica que alguns dos fabricantes se dediquem a eles como o caso da Fiamme, ou outras marcas que além de conceberem outros componentes produzem igualmente aros, como acontece com as marcas Mavic e Campagnolo, mas apesar de também fabricarem aros, estes não são inseridos nos vários grupos de componentes, são acessórios à parte dos componentes principais desenvolvidos pela empresa.

As marcas de selins são extremamente específicas na produção dos seus produtos, destinando-se quase em exclusivo à produção destes artigos como acontece com a Selle Royal, ou como no caso da Cinelli que além de produzir avanços e guiadores produz igualmente selins para bicicleta.

Por fim, os pneumáticos como um dos acessórios mais importantes da bicicleta implicam também uma especificidade própria e a consequente produção diferenciada dos outros componentes.

As marcas referentes a pneus e "*bouyaux*" não têm, em termos de produção, qualquer ligação com as outras marcas para o mercado de bicicletas. As marcas produtoras de pneumáticos são por vezes provenientes de marcas de pneus para outro tipo de transportes e que também incluem a bicicleta como alvo por parte dos seus produtos. Assim marcas como a Hutchinson, a Michelin e a Continental, além de visarem mercados referentes a outros meios de transporte, dedicam uma parte da sua produção à execução de pneus para bicicleta, e no caso da Hutchinson e da Continental, a produção de "*boyaux*" para bicicleta.

No entanto há marcas que se destinam exclusivamente ao fabrico de pneus e "*boyaux*" para bicicletas como é o caso da empresa Victoria, que produz uma larga gama de pneus e "*boyaux*" que vão desde pneus para passeio até "*boyaux*" de seda para alta competição.

### **3.3.1 – Construtores de bicicletas em Portugal**

Os construtores de bicicleta em Portugal são pouco numerosos. A especificidade de conhecimentos em serralharia, de estruturas deste tipo de transporte e das condições económicas deste negócio faz com que os construtores de bicicletas não proliferem em grande número.

Uma das razões que levaram à existência de uma parte dos construtores de bicicletas é os laços desenvolvidos anteriormente com a modalidade. Alguns são antigos ciclistas de competição e outros foram influenciados por questões familiares para se dedicarem a esta actividade.

A existência de algumas unidades de produção de bicicletas em Portugal, não é acompanhada pela necessidade de recorrer a profissionais especializados para conceber e projectar os modelos por si construídos. As fábricas de bicicletas em Portugal não têm, na sua grande maioria, gabinetes técnicos qualificados que possam desenvolver projectos credíveis, sustentados e com espaço de investigação a novas respostas, as soluções surgem um pouco por acaso, por tentativa de cópia ou por continuidade de modelos com provas já dadas no mercado, podendo efectuar uma ou outra alteração pontual ao modelo de base.

A falta de quadros competentes para desenvolver projectos de bicicleta na indústria portuguesa do ramo é significativo da falta de consciencialização por parte dos responsáveis das empresas sobre questões como a ergonomia, a aerodinâmica e outros factores que são importantes na concepção de um veículo deste tipo.

No entanto o crescente interesse por este tipo de veículo ocorrido na última década do século XX contribuiu para que as marcas e construtores de bicicleta aumentassem significativamente.

Marcas e construtores há que perduraram ao longo de vários anos como é o caso dos construtores Orbita e Vilar, e que nos últimos anos sofreram a concorrência de construtores como A.G.S., Masil, Sirla, Lousa, entre outros.

Nas marcas, algumas mais antigas como as Altis, Etiel e Cosmos, foram acompanhadas ultimamente por outras como as Bicigal, Biciporto e Bicimotor, entre outras.

No domínio dos componentes para bicicletas a indústria portuguesa é ainda mais escassa, verificando-se apenas dois casos com algum sucesso: a Vilar e a já extinta Lusito. Estas marcas seriam reconhecidas pelo material que produziram para bicicletas mais económicas, no entanto a Lusito obteria nos anos 90 do passado século, um relativo sucesso com o lançamento de uma manete de travão para bicicletas de competição. Este modelo seria de uma qualidade bastante aceitável ao ponto de alguns profissionais o incluírem nas suas bicicletas de treino.

Continuando a não apostar em gabinetes de projecto e investigação, a indústria velocipédica portuguesa continuará por certo a executar propostas baseadas em cópias ou em modelos de qualidade já confirmada, permitindo que a referência em termos de material para bicicletas seja proveniente de indústrias estrangeiras, em nada beneficiando o produto nacional.

### **3.3.2 - Influência da cultura do design em cada marca**

As características do design de cada país traduzem-se igualmente no design de componentes de bicicleta.

Os vários modelos lançados pelas diferentes marcas espelham a cultura de projecto do país de origem dessas mesmas marcas. Exemplos disso são as marcas Shimano (Japão), Campagnolo (Itália) Mavic (França) e Sachs (Alemanha), entre outras.

A Shimano reflecte o desenvolvimento industrial que o Japão obteve no pós-guerra, acompanhando a evolução que a indústria generalizada japonesa teve nas últimas décadas.

Os primeiros modelos da marca, apesar de muito bonitos, eram pouco fiáveis e de qualidade inferior. Hoje em dia a marca cresceu ao ponto de se tornar uma das referências em termos de material velocipédico, tal como grande parte da indústria nipónica.

A Shimano interpreta bem a cultura de projecto do seu país de origem, não só pelo desenvolvimento sofrido, mas também pelo desenho dos seus produtos (fortemente influenciados pelo "styling" proveniente dos Estados Unidos na época do pós-guerra), pela miniaturização (tendência a tornar cada vez mais pequeno alguns dos componentes, como o caso dos pedais), pelo recurso a tecnologias micro electrónicas (alguns produtos recorrem a esta tecnologia como é o caso dos conta quilómetros ou das mudanças electrónicas), pela utilização de sistemas mecânicos de precisão e a anexação de mais do que uma função num único componente (sistema de mudança efectuada na manete de travão).

Esta política de design implementada e interpretada pela marca é bem evidente nos seus produtos, tanto nas formas como na qualidade geral dos mesmos.

A indústria italiana é caracterizada pela forte produção do norte de Itália e pelas pequenas e médias empresas com base em trabalho artesanal.

A indústria velocipédica representa também a disparidade existente na produção italiana, quer pela grande indústria representada pela Campagnolo, quer pelas pequenas e médias empresas representadas por Colnago, Gios, Pinarello e outras pequenas indústrias de quadros.

A Campagnolo, indústria de grande porte, assume o papel de uma grande empresa vocacionada para a produção de acessórios para bicicleta. A alta qualidade dos seus produtos seria reconhecida também para a adjudicação de alguns acessórios que equipariam os motores Rolls-Royce para avião.

Os acessórios Campagnolo para bicicleta transmitem a inteligência, a rigidez e disciplinaridade tão comum ao design italiano.

As peças desta marca espelham a cultura do design italiano pela elevada qualidade e pela sua beleza e equilíbrio formais, onde o seu desenho resulta de uma análise, interpretação e evolução da interface entre o Homem e a bicicleta e também pela evolução funcional dos seus sistemas mecânicos.

Formalmente, as propostas da Campagnolo são diferenciáveis pela sua linguagem visual e pela emotividade que acarretam sendo, em muitas vezes, definidoras de tendências.

Apesar de pequenas, as indústrias de pequeno e médio porte, são também possuidoras de uma política de design baseada na disciplina, inteligência e rigidez dos seus produtos, fazendo com que em muitos casos consigam também definir tendências de mercado e impor os seus produtos de uma forma generalizada.

A indústria francesa e alemã não têm a mesma importância no mercado do que as duas anteriormente referenciadas, mas algumas das suas marcas conseguem também uma pequena quota de mercado como é o caso da Mavic (França) e da Sachs (Alemanha).

Estas empresas optaram por uma política baseada no seguimento de tendências formais e funcionais impostas principalmente pelas marcas Shimano e Campagnolo, as principais marcas no mercado.

A Mavic tem optado por um design particularmente inovador no que respeita às questões aerodinâmicas, com uma forma muito fluida e orgânica espelhada principalmente nos perfis dos aros e nas maxilas de travão que produz. Mesmo assim, as propostas da Mavic são bem diferentes das capacidades reconhecidas ao design francês, baseado numa postura política e social dos artefactos e da mistura de materiais de natureza bem diferente.

A Sachs, por sua vez, não desenvolvendo propostas manifestamente inovadoras, algumas propostas são mesmo um redesign de produtos de outras marcas como a Campagnolo por exemplo, é, tal como o design alemão, possuidora de uma qualidade geral dos seus produtos extremamente apreciável.

### **3.4 – Componentes e sistemas mecânicos da bicicleta**

A bicicleta pode ser decomposta em seis partes, consoante a funcionalidade dos seus componentes: a estrutura principal, a suspensão, as rodas, a transmissão, o sistema de travagem e o sistema de direcção.

A estrutura principal, designada de quadro, é baseada em tubos, ou em monocoque, e é o suporte de toda a bicicleta.

O quadro pode ser executado em ligas de aço, ligas de alumínio, titânio, madeira ou compósitos, geralmente de carbono, sendo construído por tubos de varias formas ou pode ser executado numa única peça, quadro em monocoque.

Os quadros em ligas de aço ou titânio são executados em tubos, podendo ser soldados através de uniões, soldados directamente uns tubos aos outros, com ou sem acabamento. Os quadros em ligas de alumínio podem ser construídos por tubos colados entre si recorrendo a uniões, ou soldados entre si, como acontece com os quadros supra mencionados. Os quadros de madeira têm um reforço em metal no seu interior e a madeira é posteriormente colada e encaixada. Por fim, os quadros em compósito de carbono podem, tal como os quadros em ligas de alumínio, ser em tubos colados, ou serem executados numa só peça, podendo adquirir uma forma bem mais orgânica e diferente das formas rectilíneas e depuradas dos quadros construídos à base de tubos.

As uniões são diferenciadas consoante a função que possuem, quer seja de fixar as rodas, de fixar a altura do selim, de fixar a caixa do pedaleiro, de fixar as caixas de direcção, ou de fixar as maxilas de travão. Alguns quadros têm ainda uns elementos roscados soldados a um dos tubos e que servem para fixar a grade do bidão de água e têm também elementos para fixação de uma bomba de ar.

Além das uniões, os quadros são compostos por vários tubos, principalmente o modelo de quadro clássico em forma de diamante. Este quadro é composto pelos seguintes elementos: a forqueta e o quadro.

A forqueta, que é o elemento que segura a roda de direcção, é composta pelas duas ponteiras de fixação da roda, os dois tubos, designados de hastes, a coroa da forqueta, que une os dois tubos e o tubo de forqueta que liga esta com a caixa de direcção. Existem também forquetas monobraço, de apenas um braço.

O quadro, estrutura principal, é composto pelo tubo de direcção, designado de cabeça do quadro, o tubo superior, o tubo diagonal, o tubo de selim, os dois tubos traseiros na diagonal designados de pates ou escoras e dois tubos que ligam a roda de trás ao centro pedaleiro designados de base. Além dos tubos existem uniões (nos quadros com uniões) que ligam os vários tubos entre si. Estas uniões são as duas uniões do cabeça do quadro com o tubo superior e diagonal, a união do tubo de selim, que dá o aperto em altura do selim, as ponteiras da roda de trás, a união do centro pedaleiro e a união de fixação da maxila de travão traseiro (figura 36).

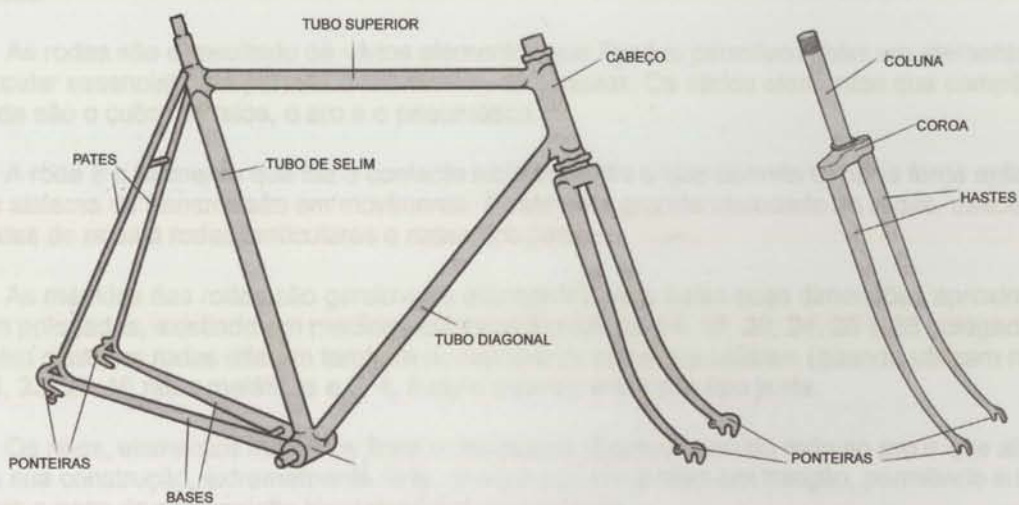


Figura 36 – Vários componentes da estrutura principal. O quadro [39].

A suspensão (figura 37) é um elemento opcional na bicicleta. Nem todas as bicicletas possuem um sistema de suspensão, não sendo por isso imprescindível para a bicicleta. As suspensões podem existir em várias combinações compostas por: suspensão dianteira, suspensão traseira e elementos com suspensão.

As suspensões existem na bicicleta para melhorar a velocidade, controlo e conforto, principalmente em terrenos irregulares, podendo verificar-se a existência de uma suspensão dianteira, de uma suspensão traseira, ambas, ou ainda a existência de uma suspensão em acessórios como o selim e direcção.

Tecnicamente as suspensões podem funcionar à base de óleo, à base de um elastómero, ou por um sistema de bola de borracha, permitindo um movimento ascendente e descendente de forma a absorver os impactos provocados pelas irregularidades do terreno.



Figura 37 – Modelo de suspensão dianteira Sid da Rock Shock [40].

Uns dos elementos imprescindíveis no bom funcionamento de qualquer bicicleta são as rodas.

As rodas são o resultado de vários elementos que ligados permitem obter um elemento circular essencial para permitir o movimento da bicicleta. Os vários elementos que compõem a roda são o cubo, os raios, o aro e o pneumático.

A roda é o elemento que faz o contacto bicicleta/chão e que permite tornar a força aplicada ao sistema de transmissão em movimento. Existe uma grande variedade de rodas, desde rodas de raios a rodas lenticulares e rodas tipo jante.

As medidas das rodas são geralmente estandardizadas pelas suas dimensões aproximadas em polegadas, existindo em medidas estandardizadas de 14, 16, 20, 24, 26 e 28 polegadas. Além disso, as rodas diferem também no número de raios que utilizam (quando utilizam raios): 36, 32, 28, 16 raios metálicos e 3, 4, 5 raios quando em rodas tipo jante.

Os raios, elementos metálicos finos e compridos, ligam o cubo da roda ao aro e que através da sua construção, extremamente forte, deixam sempre a roda em tracção, permitindo suportar todo o peso da composição bicicleta/ciclista/movimento.

Os raios metálicos utilizados podem ser em aço inoxidável ou em aço de construção, sendo montados radialmente, perpendicular ao cubo da roda, ou tangencialmente, tangenciais ao cubo da roda, com espessuras que oscilam entre os 2 e os 1,5 mm.

A secção dos raios pode ser circular, ou ligeiramente espalmados na sua área central de secção elíptica.

O contacto efectuado entre a roda e o solo é efectuado pelos pneumáticos, dividindo-se estes em duas categorias: os pneus e os "boyaux".

Os pneumáticos são os elementos flexíveis pertencentes à roda, que permitem suportar o peso da bicicleta e do ciclista, aderir ao piso e suportar as irregularidades do pavimento. Existem pneumáticos em borracha maciça, mas os mais usuais são inflados de ar podendo controlar a pressão mais aconselhável consoante o pretendido pelo ciclista.

Os pneus são caracterizados pelos seus dois elementos diferenciados: a câmara-de-ar, o tubo em borracha galvanizada cheio de ar e com uma válvula de controlo desse mesmo ar, e o pneu, uma meia cana em borracha reforçada com arame ou Kevlar nas laterais e que reveste e protege a câmara-de-ar fazendo o contacto da roda com o solo.

O sistema de "boyaux" é composto por uma câmara-de-ar em tubo de borracha galvanizada inflado de ar e com uma válvula de controlo de ar, revestido e protegido por camadas de tecido (que poderá ter na sua composição seda ou algodão), com uma banda de borracha com textura na área de contacto com o solo, sendo cozida com fio e colada com uma banda em tecido, na área de contacto com o aro.

Os pneumáticos podem ser estreitos ou largos consoante o tipo de utilização a que se destinam, seja em estrada ou em terrenos irregulares, podendo encontrar-se nas medidas de 19, 20, 23, 25, 28, 32, 35 e 38 mm de largura. O seu tamanho varia consoante o diâmetro do aro ao qual vão ser aplicados, existindo nas correspondentes medidas dos aros.

As referências existentes nas laterais dos pneus dão a indicação das medidas em milímetros dos pneus. Por exemplo a referência 20 622, diz-nos que 20 é a medida da altura do pneu e 622 é a medida do aro ao qual deve ser colocado.

Os pneus podem ser também diferenciados consoante o desenho dos rasgos da área de rodagem do pneumático. Existem diferentes desenhos das bandas de rodagem dos pneus que diferem o tipo de utilização mais aconselhável para cada pneumático. Assim, existem desenhos de pneus para as rodas da frente e para as rodas de trás, desenhos para pneus de tempo

molhado, para lama, para terrenos arenosos e existem pneus sem rasgos destinados para tempo muito seco, pois não têm qualquer tipo de perfil que permita o escoamento de água.

A firmeza e estabilidade do pneu derivam bastante da ligação deste com o aro, daí que os sistemas de ligação entre estes dois elementos têm que ser bem fortes e seguros.

Existem duas utilizações distintas de aros, ou para pneus, ou para "boyaux", verificando-se uma diferença no desenho de perfil entre estes dois tipos de pneumáticos. Enquanto o perfil para pneu tem duas abas laterais para encaixar o pneu, o perfil para "boyaux" não tem qualquer aba lateral, mas sim uma área de contacto côncava para melhor se poder colar a este.

Os aros determinam o tamanho da roda, daí que o seu tamanho acompanhe os tamanhos de roda existentes, diferindo apenas na altura de pneu utilizada.

Os aros podem ser construídos em vários materiais, desde ferro para modelos mais acessíveis, a alumínio, titânio e magnésio, para modelos mais sofisticados.

Os perfis dos aros podem ser diferenciados pelo tipo de pneumático a utilizar, mas também pelo desenho do seu perfil, ou seja, um perfil normal de bicicleta é de secção mais baixa do que um aro aerodinâmico que tem uma secção mais alta e de forma pontiaguda no sentido do centro da circunferência do aro.

A ligação aro/pneu é efectuada por meio de encaixe e posterior pressão provocada pelo ar no interior da câmara, enquanto a ligação aro/"boyaux" é efectuada por meio de cola e pressão de ar inflado para o interior do "boyaux".

Por fim, o ultimo elemento constituinte da roda é o cubo (figura 38). O cubo é o acessório central da roda que permite suportar a ligar a roda ao quadro, ao mesmo tempo que sobre si gira todos os restantes elementos da roda.

O cubo pode ser em ferro ou alumínio, podendo ter também no seu interior o eixo num destes materiais ou em titânio.



Figura 38 – Cubo da roda da frente em alumínio Campagnolo Record [41].

O cubo da roda da frente é diferente do cubo da roda de trás, uma vez que o cubo traseiro tem que permitir a anexação de elementos dentados para possibilitar a transmissão de movimento ao veículo. O cubo da frente é constituído pelo seu elemento principal, o corpo, tendo no seu interior o eixo do cubo com um sistema de esferas ou de rolamentos e o aperto e fixação da roda baseado num sistema de "porcas" ou o sistema de aperto rápido com chavetas. O cubo traseiro difere do dianteiro por ter no seu lado direito a colocação, por intermédio de rosca, do carreto, ou da cassette por intermédio de encaixe das várias cremalheiras ao cubo. Por ter necessidade de espaço para albergar o carreto ou a cassette, o espaço entre as duas falanges do cubo traseiro é menor do que o espaço entre as falanges do cubo dianteiro.

O corpo do cubo faz a ligação com os raios através das suas falanges. Estas podem ser mais altas ou mais baixas condicionando o tamanho dos raios a utilizar, e definem a tipologia do cubo, designando-se cubo de falange alta ou cubo de falange baixa.

A transmissão efectuada à roda de trás é feita através do carreto ou do sistema de cassette, anexados ao cubo traseiro.

O carreto consiste num conjunto de cremalheiras ligadas a um sistema de esferas que posteriormente é enroscado ao cubo. O sistema de cassette consiste no encaixe individual das cremalheiras que compõem a cassette, que fixam a um elemento com esferas já pertencente ao cubo traseiro.

A transmissão da bicicleta é constituída pela mudança traseira (figura 39) e do pedaleiro, crenques, caixa do pedaleiro, pedais, corrente e carretos.

A mudança traseira, que efectua a alteração de cremalheira no cubo de trás, é constituída por um corpo principal e uma mola que permite realizar um movimento perpendicular ao do sentido da corrente, modificando a cremalheira em transmissão. Existem vários tipos de mudanças de trás, desde mudanças existentes no cubo da roda de trás, até mudanças exteriores accionadas por cabo manualmente ou electronicamente.



Figura 39 – Mudança traseira com corpo central em carbono da marca Campagnolo, grupo Record [42].

A mudança inserida no cubo de trás é composta por várias rodas dentadas, cada uma correspondente a um diferente andamento, e um eixo sobre o qual se movimentam os vários elementos que compõem este complexo sistema de transmissão.

As mudanças externas são accionadas por cabo de aço ligado a um sistema de alavancas ou botões que faz movimentar a mudança. As mudanças accionadas manualmente podem ter duas configurações, uma mais pequena e uma outra maior. A mudança de maior dimensão permite a utilização em carretos com cremalheiras com maior número de dentes, podendo ser mais esticada do que o modelo de dimensões menores. A mudança maior é normalmente utilizada em bicicletas de todo-o-terreno ou em modelos que necessitem maior desmultiplicação de andamentos, pois são estes que por terem maior número de dentes têm maior diâmetro podendo, se utilizados com um modelo mais curto, tocar na mudança impedindo o bom funcionamento da bicicleta.

As mudanças externas são aplicadas à união traseira do quadro, sendo fixadas por intermédio de rosca, podendo ser activadas por via de força manual ou por via electrónica.

As mudanças manuais são activadas por uma alavanca existente no tubo diagonal, perto do cabeça do quadro, ou por um sistema também de alavancas inseridas na manete de travão. As alavancas de mudança colocadas no quadro podem funcionar livremente ou segundo um sistema indexado que permite activar uma cremalheira consoante a posição indexada da alavanca. Na solução de alavancas inseridas na manete de travão, existem duas alavancas, uma para subir a corrente para uma cremalheira superior e uma segunda alavanca para fazer a corrente descer para uma cremalheira inferior. Este sistema é todo ele segundo o sistema de mudança indexada.

As mudanças electrónicas são activadas carregando em dois botões distintos, um para subir a corrente para a cremalheira superior e um outro para efectuar o inverso. Este sistema de mudança utiliza um mesmo tipo de mudança externa, apenas necessitando de um pequeno motor colocado no quadro ou mesmo na mudança traseira (depende da solução preconizada por cada grupo de acessórios) e que faz correr sobre um eixo a referida mudança. Estas mudanças necessitam igualmente de uma bateria para poder alimentar o reduzido motor de mudança.

As mudanças do pedaleiro são também accionadas por intermédio de um cabo de aço, movimentando-se igualmente no sentido perpendicular ao do sentido da corrente. A fixação ao tubo de selim do quadro pode ser efectuada por intermédio de abraçadeira ou fixo a um elemento do quadro por parafuso. A sua funcionalidade permite a utilização de dupla pedaleira ou tripla pedaleira, necessitando de apenas desviar o sentido da corrente.

As correntes existem normalmente em dois materiais, o aço e o alumínio.

As correntes são estandardizadas em correntes normais e correntes ligeiramente mais finas utilizadas para os sistemas de mudanças com 9 e 10 cremalheiras.

O tamanho da corrente varia consoante o número máximo de dentes utilizados. Por exemplo, numa desmultiplicação 52/39 x 12/21 (carreto de sete cremalheiras), o tamanho da corrente deverá ser conseguido utilizando a desmultiplicação 52 x 19 (segunda cremalheira, uma vez que utilizando a pedaleira 52 e a cremalheira 21 a corrente ficaria extremamente torcida, não retirando tanto rendimento, podendo danificar a corrente e as duas rodas dentadas em utilização), verificando qual o tamanho necessário para a corrente para que esta não estique em demasia a mudança traseira, nem a própria corrente fique em flecha.

O centro pedaleiro é composto essencialmente pelos crenques, pedaleiras, pedais e caixa de pedaleiro.

Os crenques (figura 40) são as alavancas que permitem ao homem transmitir a força exercida sobre os pedais e que é decomposta em movimento.

Os crenques necessitem de boa rigidez e resistência, uma vez que é exercida sobre si forças elevadas, daí que sejam construídos em materiais como aço, alumínio e mais recentemente em compósitos de carbono.



Figura 40 – Crenques Campagnolo Record em alumínio com 170 mm de comprimento [43].

O design dos crenques depende da forma de fixação destes ao eixo do pedaleiro. Uma solução consiste no centro constituído pelos dois crenques e o eixo pedaleiro executado numa única peça. As outras soluções passam por crenques e caixa do pedaleiro individuais, diferindo apenas na forma de aperto dos crenques. Enquanto que uma solução a fixação é efectuada de topo com o eixo do pedaleiro, na outra, a fixação é feita no sentido perpendicular ao do sentido do eixo do centro pedaleiro.

Os tamanhos dos crenques variam consoante a morfologia do ciclista, existindo crenques com 170, 172.5, 175 e 180 mm, para utilização de adultos enquanto os crenques de bicicletas e triciclos para crianças são mais pequenos.

A rigidez dos crenques é extremamente importante na medida em que é a estes que vai ser anexada a roda pedaleira ou as rodas pedaleiras que permitem a transmissão de força à corrente. As pedaleiras podem ser triplas, duplas ou simplesmente uma, variando em termos de design, que pode ser de forma circular ou de forma ligeiramente elíptica para melhor permitir passar o ponto em que nenhuma das pernas está a efectuar força, designado de "ponto morto".

Os pedais (figura 41) são elementos giratórios, no sentido perpendicular ao do sentido do movimento dos crenques, e que estão colocados nas extremidades dos crenques possibilitando a colocação dos pés para o ciclista poder exercer a força que permita accionar a bicicleta.

Os pedais podem ser caracterizados de duas formas. Pedais abertos que permitem uma rápida saída e entrada na bicicleta, ou pedais de encaixe que se baseiam em sistemas de encaixe para melhor fixar o pé ao pedal, melhorando o rendimento por pedalada.

Os pedais abertos são constituídos por um eixo metálico em aço com a base também em aço para pousar os pés, ou em alumínio, titânio ou em borracha. Alguns destes pedais possuem reflectores para uma melhor visualização do ciclista e da bicicleta por parte de outros utilizadores da estrada.



Figura 41 – Pedal Shimano SPD, com corpo em alumínio [44].

Os pedais de encaixe existem de duas formas: pedais abertos ao qual se fixam um sistema de cliques e correia para prender os pés, ou os pedais de encaixe com um sistema idêntico aos utilizados pelos esquis para poder fixar o pé. Os pedais de encaixe tipo esqui são mais favoráveis do que os outros uma vez que permitem ao ciclista, em caso de queda, separar-se da bicicleta não sendo com ela arrastado. Também permitem um maior descanso do pé, uma vez que este não se encontra apertado por uma correia como acontece com o sistema de cliques.

Por fim a transmissão só é viável se existir uma ou mais rodas dentadas que possibilitem a transmissão de movimento da corrente, transformando-o em movimento da roda e por conseguinte da bicicleta.

Estas rodas dentadas são designadas de carretos, existindo carretos livres e carretos presos.

Os carretos presos são individuais e fixos directamente ao cubo da roda de tracção, ficando a sua movimentação influenciada pelo movimento da roda e vice-versa. Os carretos livres são compostos por uma ou varias cremalheiras, que podem ir até às 10 unidades, que se encontram ligadas a um sistema de esferas livre e este é que fixa directamente ao cubo da roda de tracção.



Figura 42 – Cremalheiras de cassete, de encaixe e aperto ao cubo traseiro [45].

O número dos dentes dos carretos pode ir gradualmente desde os 11 dentes, para os andamentos mais "pesados", até os 32 dentes, para andamentos mais "leves".

O sistema de travagem é composto pelas manetes de travão e pelos travões que actuam directa ou indirectamente sobre as rodas.

Os travões diferenciam-se de três formas completamente distintas: os travões de tambor, travões de disco e travões de maxilas.

Os travões de tambor são de funcionamento igual aos sistemas de tambor utilizados em alguns automóveis, podendo funcionar exteriormente ao cubo ou no seu interior. O funcionamento deste tipo de travão, independentemente de ser interior ou exterior ao cubo, é baseado na pressão interior de dois elementos em borracha contra as paredes da carcaça do sistema de travagem fazendo abrandar a bicicleta.

Os travões de disco funcionam exteriormente ao cubo e baseiam o seu funcionamento em duas pinças, accionadas por cabo ou hidraulicamente, que pressionam contra um disco colocado entre pinças e que se encontra fixo ao cubo. A pressão exercida pelas duas pinças, com calços em borracha na sua extremidade, faz com que seja possível abrandar e imobilizar a bicicleta. Apesar de muito dispendioso este sistema provou ser o mais eficaz no domínio, controlo e segurança da bicicleta, quer seja em condições de tempo seco ou em condições adversas de tempo molhado.

O tipo de travão de bicicleta mais conhecido é o sistema de travagem baseado em maxilas que fazem actuar os calços de borracha sobre as paredes laterais do aro da roda. Este sistema apresenta várias versões que incluem variadas resoluções técnicas para poder travar a bicicleta. Assim, este sistema de travagem inclui versões de travões cujo cabo de aço actua centralmente ou lateralmente sobre as maxilas, tipo "Cantilever", travão em "V", travão em "U", travão tipo "Roller-cam" e travão de maxilas hidráulico.

O sistema de maxilas (figura 43), tipo meia cana invertida, funciona pressionando os dois calços de borracha em cada um dos lados contra as paredes do aro, diferenciando-se pela força que o cabo exerce sobre os braços da maxila, uma vez que numa solução os braços são puxados lateralmente, enquanto a outra solução os braços são puxados centralmente.



Figura 43 – Maxilas de travão com cabo accionado lateralmente [46].

Os travões tipo "Cantilever" são característicos pela sua estrutura peculiar baseada numa estrutura triangular em cabos de aço que por sua vez se encontra encaixada aos dois braços de travão, fixos às hastes da forqueta, fazendo este actuar sobre o aro. Este sistema, com a forma triangular exagerada, faz com que as suas extremidades saiam fora dos limites da estrutura que é o quadro. Apesar disso, este sistema era muito utilizado nas provas de Ciclocross antes de aparecerem modelos de travão mais eficientes como os travões em "V".

Os travões em "V" são também fixos às hastes da forqueta de cada lado e consistem em duas alavancas verticais com calços de borracha na extremidade junto ao aro e que são activadas via cabo de aço fazendo aproximar as outras duas extremidades superiores e consequentemente que o travão actue sobre o aro. Este mais recente sistema de travagem é bastante fiável e seguro, mesmo em condições de piso escorregadio.

Os travões em "U" e tipo "Roller-cam" saíram desde há muito tempo de circulação. Os travões em "U" eram caracterizados pelo seu funcionamento baseado na activação destes por um tirante metálico central que puxava ao mesmo tempo ambas as maxilas de travão, assemelhando-se formalmente a uma ferradura comprida e invertida. Os travões tipo "Roller-cam" são funcionalmente semelhantes aos travões em "U", sendo puxados por um cabo de aço que actuava sobre uma chapa metálica que accionava os dois braços de travão individualmente. Este sistema tinha a inconveniência de funcionar separadamente os braços de travão, o que implicava que um actuasse primeiro do que o outro podendo originar um travagem desequilibrada.

O travão hidráulico consiste num sistema idêntico ao de meia cana invertida, apenas o seu modo de activação e o desenho dos braços de travão são diferentes. A activação deste sistema de travagem consiste em dois pequenos reservatórios, ligados com os calços de borracha através de um pistão, e que para pressionarem estes contra o aro necessitam de ser cheios de óleo com pressão suficiente para empurrar os calços contra o aro. Esta solução consegue ser menos danosa para o aro, ser mais sensível e precisa no seu controlo, sendo protegida contra as poeiras e humidades que podem danificar o sistema de travagem.

As manetes de travão são igualmente importantes no sistema de travagem, pois são estas que são a interface necessário entre o Homem e a bicicleta que permite abrandar e travar o veículo.

Existem dois tipos de manetes, as manetes para guiadores planos e manetes para guiadores curvos (figura 44). As manetes para guiador plano são de forma alongada e com uma curvatura menos acentuada do que as manetes de guiador curvo. O seu funcionamento é idêntico, diferenciando-se apenas no revestimento a borracha que as manetes para guiador curvo têm para poder repousar as mãos. Além da curvatura e do revestimento em borracha, estas duas soluções divergem também pela sua colocação. Enquanto as manetes de guiador plano se encontram na horizontal e na extremidade deste, as manetes de guiador curvo são colocadas na vertical e situam-se a meio da curvatura descendente deste género de guiador.



Figura 44 – Manetes de travão para guiador curvo Campagnolo Record, em carbono e com o sistema de mudanças indexadas incorporado [47].

Um acessório de manetes que surgiu com o modelo de 10 velocidades foi aquele que viria a ser reconhecido como os "travões suicidas" [48]. Estes acessórios de manetes eram colocados nas manetes, para guiador curvo, e permitiam ao ciclista activar os travões tendo a mão na parte superior do guiador, e não apenas quando tinha as mãos na curvatura do mesmo. Este apêndice tornava a resposta de travagem muito mais lenta, cerca de 20 a 30%, diminuindo a segurança do ciclista, daí que ficassem reconhecidas como "travões suicidas".

O sistema de direcção é composto por guiador, avanço e caixas de direcção.

O guiador pode ser plano, curvo ou trapezoidal, não devendo exceder em demasia a largura de ombros do ciclista, sendo mesmo aconselhável um guiador com a medida idêntica à medida entre o eixo dos ombros do ciclista. Este acessório é extremamente importante, uma vez que é dos acessórios sobre os quais o corpo se mantém sempre em contacto. Assim, a escolha de um guiador adequado e bem dimensionado torna-se importante para uma boa condução em bicicleta.

O guiador plano é composto por um tubo aproximadamente plano e que permite uma posição mais relaxada por parte dos ciclistas. No entanto, esta forma implica um posicionamento das mãos um pouco incómodo, daí que seja frequente as dores nos pulsos, fruto da posição que as mãos adoptam perante a forma deste guiador. Este tipo de guiador é muito utilizado nas bicicletas de viagem e bicicletas de passeio.

O guiador curvo (figura45) é característico pela sua configuração tubular em forma de "C" e permite ao ciclista colocar as mãos sobre o guiador em três posições distintas: no topo, na curvatura e na base do guiador. Estas posições permitem diferentes formas de agarrar o tubo de guiador, o que permite em termos ergonómicos não saturar em demasia uma dada posição de mão. A utilização das mãos na curvatura e na base do guiador fazem com que o ciclista pedale com o tronco ligeiramente mais baixo, melhorando a aerodinâmica do conjunto, logo, maior facilidade de pedalar. Este guiador é mais utilizado nas bicicletas desportivas de alto rendimento.



**Figura 45 – Guiador e avanço numa única peça em fibra de carbono Cinelli. Guiador curvo extremamente leve e estudado ergonomicamente para várias posições de mãos sobre o guiador [49].**

O guiador trapezoidal é idêntico ao guiador plano, apenas se vê reforçado por um outro tubo, em formato de trapézio, que lhe é anexado com a intenção de reforçar a sua resistência. Este guiador é muito utilizado nos modelos de bicicletas BMX e bicicletas de montanha para a classe de Downhill.

A utilização recente de materiais muito sofisticados, como é o caso do composto em carbono, fez com que fosse possível englobar num único acessório o guiador e o avanço. Esta solução, além de muito mais leve, permite uma solução menos complexa e mais fácil do ponto de vista técnico.

Os avanços são os acessórios que ligam o guiador à coluna da forqueta, sendo de grande utilidade e importância, pois é sobre eles que recai todo o peso do corpo quando o ciclista pedala levantado do selim, ou quando executa alguma descida ou uma manobra em que o peso do corpo se apoie sobre o guiador.

Os avanços podem ter várias formas para permitir a ligação guiador/forqueta, mas as mais vulgares são três: em "L" invertido, em "L" mas com o tubo horizontal inclinado e somente um tubo.

Os avanços em "L" invertido e inclinado diferem morfologicamente e funcionalmente do avanço com um único tubo. Para além dos seus dois tubos fazerem um ângulo mais ou menos recto entre si, a forma de prender à coluna da forqueta é também diferente, pois estes apertam pressionando o interior do tubo de coluna da forqueta, enquanto o avanço de um só tubo faz o aperto ao redor do referido tubo da forqueta.

Para permitir apertar a forqueta e restante sistema de direcção, enquanto faz a ligação segura deste sistema ao quadro a bicicleta, inclui também um acessório designado de caixa de direcção.

Este acessório fixa e permite o movimento giratório do sistema de direcção, utilizando para o efeito esferas ou roletos que permitem o referido movimento, inserido dentro de uma caixa metálica, normalmente em aço ou alumínio, que permite enroscar ao cabeço do quadro e coluna da forqueta fazendo com que todo o conjunto seja seguro e funcional.

Por fim, o selim que é o acessório com maiores implicações ergonómicas, uma vez que é sobre ele que o ciclista passa a maior parte do tempo numa ligação directa e constante.

Os selins diferenciam-se pelas suas formas mais ou menos ergonómicas e pela sua funcionalidade.

As formas do selim deixam transparecer a utilidade que este tem na boa funcionalidade da bicicleta, apesar de não implicar directamente na acção da bicicleta é extremamente importante na boa posição e comodidade do ciclista. Os selins tendem cada vez mais a serem menos volumosos e mais anatómicos, mas cumprindo mais eficazmente a sua função. Através de elaborados estudos ergonómicos, os selins foram dos acessórios que mais se desenvolveram nestes últimos anos, permitindo que as viagens em bicicleta sejam cada vez menos dolorosas. Actualmente existem selins extremamente leves, confortáveis e pouco volumosos, tornando a traseira da bicicleta bem mais atraente e bem mais leve.

Funcionalmente o selim pode ser forrado a esponja ou gel, para utilizações mais frequentes, podem ter molas na sua base, para diminuir o impacto provocado pelos pisos irregulares e podem ser em plástico, se for pouco utilizado como nos modelos de bicicletas de Freestyle, em que as manobras efectuadas pelo ciclista são maioritariamente efectuadas em pé, sendo pouco frequente o uso do selim.

A utilização de acessórios para bicicleta de melhor qualidade em termos funcionais tem uma implicação directa no bom funcionamento do veículo, tornando a viagem mais fácil, confortável e mais agradável.

## **Referências**

- [1] – In página www [<http://www.orbita-bicicletas.pt>]. 15 de Abril de 2003.
- [2] – Ibidem, 15 de Abril de 2003.
- [3] – In PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, página 126.
- [4] – In página www [<http://www.bikemagazine.br>]. 28 de Fevereiro de 2003.
- [5] – In página www [<http://www.colnago.com>]. 27 de Abril de 2003.
- [6] – In página www [<http://www.bikemagazine.com>]. 23 de Março de 2003.
- [7] – In Revista Vidas, Jornal Expresso nº 1571, de 7 de Dezembro de 2002, página 31.
- [8] – In PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, página 143.
- [9] – In BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, página 9.
- [10] – In página www [<http://apmtb.tripod.com.jpg>]. 03 de Janeiro de 2003.
- [11] – In ROY, Robin; WALKER, David; DAGGER, Barry – *Design Principles and Practice – Product Development and Manufacture*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 24.
- [12] – In PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, página 17.
- [13] – In DODGE, Pryor – *The Bicycle*, Flammarion, Paris, 1996, página 67.
- [14] – In PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, página 45.
- [15] – In FEHLAU, Gunnar – *The Recumbent Bicycle*, Out Your Backdoor Press, Williamston, 2000, página 20.
- [16] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 77.
- [17] – Ibidem, páginas 84 e 85.
- [18] – In PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, pág. 163.
- [19] – Ibidem, pág. 165.
- [20] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 85.
- [21] – In FEHLAU, Gunnar – *The Recumbent Bicycle*, Out Your Backdoor Press, Williamston, 2000, páginas 82 e 79.
- [22] – Ibidem, páginas 184 e 185.
- [23] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 85.
- [24] – In página www [<http://www.strida.com>]. 04 de Maio de 2003.
- [25] – In ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995, página 117.
- [26] – In página www [<http://www.lotusespiritworld.co.uk>]. 04 de Maio de 2003.
- [27] – In página www [<http://www.runride.com>]. 06 de Maio de 2003.
- [28] – Ibidem. 06 de Maio de 2003.
- [29] – Ibidem. 06 de Maio de 2003.
- [30] – Ibidem. 06 de Maio de 2003.
- [31] – Ibidem. 06 de Maio de 2003.
- [32] – In PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, pág. 190.
- [33] – In página www [<http://www.orbita-bicicletas.pt>]. 30 de Abril de 2003.
- [34] – In BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, página 25.

- [35] – In BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, página 28.
- [36] – In página www [<http://www.reasnet.com>]. 24 de Abril de 2003.
- [37] – In PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995, pág. 188.
- [38] – In página www [<http://www.bolshoicircus.ru>]. 28 de Fevereiro de 2003.
- [39] – In BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, página 49.
- [40] – In página www [<http://www.rockshock.com>]. 25 de Agosto de 2003.
- [41] – In página www [<http://www.campagnolo.com>]. 25 de Agosto de 2003.
- [42] – Ibidem. 25 de Agosto de 2003.
- [43] – Ibidem. 25 de Agosto de 2003.
- [44] – In página www [<http://shimano-europe.com>]. 25 de Agosto de 2003.
- [45] – In página www [<http://www.campagnolo.com>]. 25 de Agosto de 2003.
- [46] – Ibidem. 25 de Agosto de 2003.
- [47] – Ibidem. 25 de Agosto de 2003.
- [48] – In BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, página 87.
- [49] – In Bicansport, nº3, ano 27, Março 2002, pp. 150.



#### 4 – Materiais

*“...Uma boa bicicleta é honesta. Desempenha a sua função, sendo feita com a boa e eficiente aplicação dos materiais, continuará de pé...” [1].*

A relação entre a bicicleta e os materiais na qual é construída é de grande cumplicidade, tornando-se impossível dissociar entre um determinado modelo de bicicleta e os respectivos materiais que tornaram esse resultado possível. A bicicleta é extremamente condicionada pelas capacidades dos materiais empregues, estes, influenciam através da forma, do peso, da rigidez, etc.

Os materiais aplicados, além das suas capacidades físicas, estão também dependentes das capacidades de produção da época em que são concebidos. Os primeiros modelos de bicicletas seriam produzidos totalmente em madeira, uma vez que na época era o material comum e usado no quotidiano, desde habitações a carroças, coches, barcos, etc.

Os modelos primitivos incluíam na sua concepção e execução a madeira como material primordial, utilizando o metal apenas nas ligações dos vários elementos. Posteriores modelos continuariam a utilizar a madeira, mas começando a implementar a utilização do metal, como foi o caso do modelo de McMillan, primeiro modelo com acessórios metálicos, onde os veios que ligavam o quadro e o sistema de locomoção eram em ferro.

Durante a evolução da bicicleta, os vários modelos que foram sucedendo, inverteram as percentagens dos materiais aplicados, começando os materiais metálicos a ganhar maior importância, relativamente às madeiras. No entanto, a aplicação de madeira em bicicletas perduraria até aos anos 60, havendo mesmo alguns modelos e acessórios de design interessante (figura 1).



Figura 1 – Aro em madeira de uma bicicleta de circo [2].

A madeira, pela sua leveza, facilidade de maquinar e pela grande variedade de opções que permite, é uma razoável opção de construção, isto apesar de não ser tão forte quando comparada mesmo com os metais menos resistentes. A relação peso/resistência chega, inclusive, a ser melhor do que a do alumínio.

Os factores que afastam a utilização da madeira em bicicletas centram-se na fragilidade das juntas de união entre os vários elementos, nas tensões de fadiga, na resistência aos agentes atmosféricos e no tempo necessário à sua construção.

A bicicleta beneficiou bastante com o surgimento da revolução industrial e suas implicações. O aparecimento do aço e principalmente da tecnologia que transformaria esta matéria em tubos, viriam a revolucionar a indústria da bicicleta, permitindo que a sua estrutura fosse

executada em tubos. É com o aparecimento do quadro desenvolvido por Thomas Humber, todo ele concebido com tubos de aço, que a bicicleta obteria um patamar qualitativo satisfatório que ainda perdura nos dias de hoje. A proliferação deste tipo de estrutura baseada em tubos permitiu que fossem usadas medidas dos tubos, sendo referenciados pela sua dimensão quer em milímetros quer em polegadas estandardizadas.

As variações que ao longo dos anos foram ocorrendo ao quadro tipo "Humber" mantiveram a relação estrutural, variando apenas na forma dos tubos e na aplicação de outros materiais como o alumínio, o titânio, os materiais compósitos, etc., dependendo do destino, do uso e do material em que os tubos são feitos.

A evolução da cultura material que ocorreu nas últimas décadas, em consonância com o "boom" das bicicletas dos anos 70, permitiu que as formas e os desempenhos da bicicleta fossem questionados, apresentando novas e radicais propostas que permitiam que a visão que a sociedade tinha sobre a bicicleta fosse alargada, e para isso, o desenvolvimento e aplicação de novos materiais, mais leves e mais resistentes foi decisivo.

Na década de 90, a cultura revivalista generalizada pelas sociedades, foi também absorvida pela indústria velocipédica, nomeadamente pela procura de modelos de bicicleta antigos. Ao nível dos materiais esse revivalismo manifestou-se, por parte de alguns designers, no desenvolvimento de novos modelos e aplicação de materiais naturais como é o caso de alguns modelos executados recorrendo a canas de bambu e a contraplacado de madeira (figura 2).



Figura 2 – Modelo de bicicleta com o quadro em contraplacado de madeira e restantes acessórios estandardizados [3].

#### **4.1 – Matérias-primas**

] ...Uma bicicleta de contra-relógio ultra leve e aerodinâmica, construída para a "Volta à França" com avançados compósitos e uma bicicleta de carga para o transporte de bananas na Nicarágua, construída em aço, podem ambas ser boas máquinas... [ [1].

A conotação de uma bicicleta pelo material em que é feita deriva principalmente da matéria-prima em que o quadro é construído, pela importância fundamental que este elemento tem na bicicleta, tal como diria Richard Ballantine "... O quadro é o coração e alma da bicicleta, ... é o primeiro foco de interesse quando se repara na bicicleta..." [4]. No entanto, uma segunda divisão qualitativa refere-se aos acessórios, ou seja, a divisão é feita consoante a qualidade dos componentes aplicados, se são de gama baixa, média ou de alta qualidade.

Quando uma bicicleta é referenciada como sendo, por exemplo, de carbono, implica que o material do seu quadro seja maioritariamente neste tipo de material. Esta alusão não se refere aos acessórios por serem na sua maioria constituídos em ligas de alumínio, não se justificando assim a diferenciação das bicicletas pela matéria-prima destes.

A concepção e construção de quadros, por ser de fácil execução, não implica uma grande organização empresarial por trás desta actividade, assim, a construção destas estruturas é feita por empresas das mais variadas dimensões, desde pequenos construtores de produção artesanal, até grandes empresas, cujo processo de execução de um quadro é completamente robotizado.

A especialização da produção, por outro lado, possibilita que alguns construtores de bicicletas construam eles próprios os quadros, outros porém subcontratam a sua execução.

A especificidade dos componentes e os meios produtivos necessários para os executar fazem com que estes sejam feitos por empresas especializadas, conseguindo produtos de diferentes designs e qualidades. Mesmo dentro dos componentes para bicicleta, alguns como aros, selins ou avanços, exigem uma produção diferenciada dos restantes daí que algumas empresas se especializem num determinado acessório.

Quanto ao quadro, elemento fulcral no desempenho de uma bicicleta, tem nas suas qualidades uma directa implicação no bom funcionamento da bicicleta. Para isso, deve ter em atenção duas qualidades fundamentais que derivam do tipo de material empregue: resistência e rigidez.

A resistência do quadro deve garantir a sua integridade sob as solicitações de forças a que está sujeito. Esta característica deriva do material aplicado, permitindo diferenciar entre um quadro rígido e pesado em aço de construção, e um quadro leve e flexível em aço temperado.

Quanto à segunda característica, a rigidez, está directamente relacionada com o material empregue e geometria da estrutura que permite a estabilidade que o quadro proporciona à bicicleta.

O material que desde o final do século XIX era comum a todos os quadros era o aço. O aço utilizado diferenciava dois tipos de bicicletas: aço pesado e barato, empregue em bicicletas de baixo custo e as ligas de aço utilizadas para bicicletas mais caras. A sua produção implicava uma grande especialização nas técnicas de soldadura dos tubos.

Nos anos 70, o crescente interesse verificado pela bicicleta foi directamente influenciado pelo desenvolvimento ocorrido na criação de ligas leves, permitindo que os modelos de bicicleta concebidos a partir de então pudessem ser produzidos em massa. Ao mesmo tempo, ocorria uma importante evolução tecnológica no uso do alumínio, material que viria a conquistar espaço para a produção velocipédica em larga escala.

Hoje, para além das ligas de aço e de alumínio, o mercado foi invadido por uma panóplia de materiais como as fibras de carbono, aramida, titânio, e outros metais e compósitos.

No entanto, o aço subsistiu e representa ainda 95% das bicicletas construídas mundialmente [5]. O aço tem como vantagem o seu preço, a facilidade de produção e a durabilidade depois de pintado, tornando estas fortes estruturas numa boa e forte possibilidade de produção e comercialização.

Características igualmente reconhecidas a esta matéria-prima são a resistência e a rigidez, podendo apresentar tensões de rotura que vão desde 375 a 1800 MPa, para um módulo de elasticidade de aproximadamente 200 GPa (tabela1).

Tipo	Composição %									Propriedades Mecânicas		APLICAÇÕES, tec.
	C	Si	Mn	Co	Ni	Mo	W	V	$\sigma$ N/mm <sup>2</sup> MPa	$\epsilon$ %		
<b>Aço de baixa liga</b>	0.3	0.3	0.75	-	3	-	-	-	800	26	Estruturas sujeitas a tensões elevadas	
<b>Aço cromo-molibdénio</b>	0.35	0.3	0.7	0.8	2.8	0.7	-	-	1000	16	Estruturas sujeitas a altas temperaturas	
<b>Aço de Alta tensão</b>	0.4	-	-	1.2	1.5	0.3	-	-	1800	14	Estruturas fortemente solicitadas	
<b>Aço rápido</b>	0.5	1.6	1.3	-	-	-	-	-	1500			

Tabela 1 – Propriedades e composição química de diferentes aços [6].

As tubagens de tensão superior a 1500 MPa necessitam de técnicas de soldadura e de maquinaria especiais, daí que poucos fabricantes recorram a estas soluções, pois implicam conhecimentos adequados.

Os diversos tipos e categorias de aço permitiram que fossem criadas igualmente diversas soluções de tubagens para a produção de quadros de bicicletas.

As tubagens de aço de construção têm como características o elevado peso, a falta de costura dos respectivos tubos, sendo utilizadas para bicicletas de fraca qualidade e bicicletas de crianças, resultando num quadro rígido, barato, durável e extremamente pesado.

Ligeiramente melhores são as tubagens em aço ao carbono, que apesar de tornarem o quadro ainda muito pesado, são melhores do que as anteriores tubagens. Esta solução é por vezes vendida pela indústria como sendo uma solução "Hi-tech".

Para a construção de bicicletas em massa, e de qualidade medianamente acessível, é utilizado um aço de liga designado de cromo-molibdénio (Co-Mo) ou 4130. O Co-Mo é um aço de baixa liga, desenvolvida para a indústria de aviação e que posteriormente viria a ser aplicada em bicicletas, tendo sido bem aceite no fabrico das bicicletas de hoje em dia.

As tubagens de Co-Mo dividem-se em duas tipologias: as tubagens com diâmetros externos e internos uniformes e as tubagens com diâmetros externos uniformes, mas com diâmetros internos variáveis, com diferentes espessuras das paredes ao longo dos mesmos.

A razão pela qual as tubagens com secção variável, deve-se ao facto de assim se conseguir dotar os referidos tubos de maior resistência, após a soldadura, nas zonas de ligação entre estes. Os tubos cujas espessuras sofrem um acréscimo de 40% nas suas extremidades facilitam o processo de soldadura, uma vez que tornam esta área mais tolerante no controlo das temperaturas, sem danificar as suas propriedades estruturais. Esta solução de tubos permite igualmente que a sua união possa ser efectuada, recorrendo ou não, a uniões metálicas para unir os diversos tubos do quadro da bicicleta, bastando para o efeito unir com um cordão de solda as referidas tubagens.

A solução de união dos tubos com cordão de solda, sem recorrer às uniões, torna-se mais barata e mais fácil de maquinar.

A utilização de outras ligas metálicas permite a construção de quadros com tubos de paredes mais finas, pois apresentam propriedades de resistência superiores.

As tubagens em ligas metálicas de melhor qualidade são normalmente reconhecidas pela designação das próprias ligas de aço em que são feitas, como por exemplo as tubagens da marca Reynold's que incluem na sua gama de tubagens as mais modestas designadas de 531 (largamente reconhecida entre os ciclistas) até às tubagens de alta qualidade designadas de 753 (reconhecida por muitos anos como a melhor tubagem para quadros de aço).

Estas referências correspondem normalmente a uma gama de tubagens que as marcas dirigem normalmente à aplicação em bicicletas de alta competição. Marcas como a Reynold's e a Columbus (figura 3), por exemplo, têm nas suas gamas várias qualidades de tubagens que visam a construção de bicicletas de qualidade mediana até bicicletas de alta qualidade.

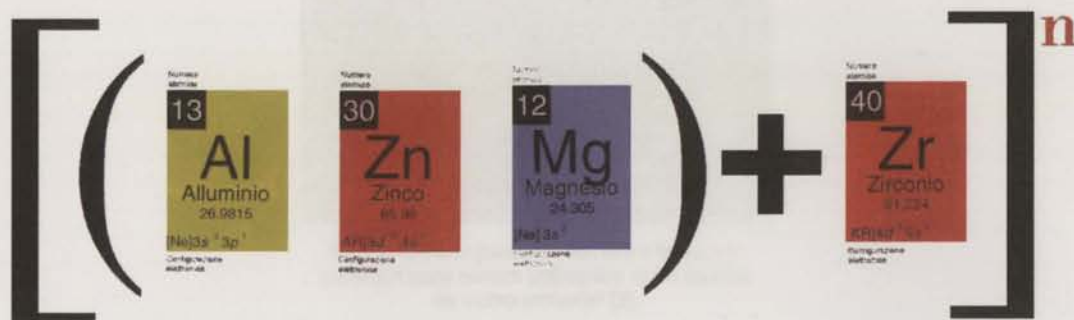


Figura 3 – Imagem utilizada pela marca Columbus para publicitar algumas das suas tubagens [7].

O desenvolvimento destas ligas no mercado velocipédico permitiu que as paredes dos tubos fossem reduzidas, consoante a qualidade intrínseca da própria liga, conseguindo executar quadros mais resistentes, reduzindo o seu peso e rigidez. As espessuras das paredes das tubagens em aço, de boa qualidade, normalmente encontram-se nas seguintes medidas: 0,7; 0,5 e 0,3 milímetros.

As características de diferentes tubagens são por vezes aproveitadas pelos construtores para combina-las entre si de modo a melhorar um quadro onde houver necessidade para tal. Entre os tubos de aço isso já se verificava com alguma regularidade, mas recentemente, com o aparecimento de colas de grande qualidade, é possível executar quadros conjugando tubos de vários materiais.

Uma das mais recentes tendências de execução de quadros é exactamente a construção de quadros com dois ou mais materiais, e mesmo uma indústria tão tradicionalista como a dos construtores de quadros de aço, começam a aplicar tubagens de alumínio e carbono nas suas estruturas de aço no intuito de melhorar o desempenho dos seus produtos.

A aplicação de tubos em carbono ou alumínio nas forquetas, escoras e bases (figura 4) dos quadros de aço, veio melhorar as prestações destas estruturas. As forquetas, escoras e bases em carbono num quadro de aço permitem melhorar o peso e rigidez da estrutura, mas em contra-partida provocam um acréscimo de preço final na bicicleta. A introdução do alumínio, quer na forqueta, quer na escora e base do quadro de aço, melhora significativamente o seu peso em detrimento da estabilidade proporcionada pela solução totalmente em aço.



**Figura 4 – Conjunto de escora e base em carbono para serem aplicados num quadro de outro material [8].**

A conjugação de vários materiais vem possibilitar o alargamento do leque de opções para a construção de um quadro, podendo este ser construído segundo as necessidades, características e disponibilidades financeiras do ciclista.

Além do aço, outros materiais como o alumínio, titânio, magnésio e compostos de carbono, são soluções de aplicação frequente em bicicletas.

O alumínio tem vindo desde a década de 70, com o desenvolvimento das ligas leves, a ter uma crescente aplicação em vários sectores. Na década de 80, o desenvolvimento das ligas de alumínio para a indústria espacial permitiu também outras aplicações na indústria velocipédica.

A utilização de ligas de alumínio para a construção de bicicletas veio a verificar-se como uma boa opção. Desde as primeiras aplicações que o uso das ligas de alumínio tem vindo a crescer, sendo actualmente solução para a execução de modelos que podem ir desde modelos acessíveis até modelos de gama alta.

O alumínio, menos rígido do que o aço, pode possuir um módulo de elasticidade de cerca de 50 GPa a 70 e tensões de rotura de 225 e 750 MPa.

Pelo facto de ser um material mais "macio", o alumínio é também mais susceptível à fadiga, principalmente se utilizado de forma inconveniente. A resistência à fadiga das ligas de alumínio é um aspecto muito importante, uma vez que o material vai enfraquecendo a cada movimento que seja efectuado.

A sua alargada aplicação deve-se ao facto de ser uma matéria-prima muito leve, economicamente acessível e facilmente maquinável, mesmo se for trabalhado em linhas de produção mecanizadas.

A grande vantagem do alumínio relativamente ao aço é o seu peso, cerca de um terço. Apesar de ser manifestamente mais leve, o alumínio é também menos resistente comparativamente ao aço. Estas características do alumínio implicam diferenças ao nível de projecto, sendo necessárias alterações nas medidas, acabamentos e configurações relativamente ao anteriormente utilizado para os quadros de aço.

As primeiras propostas de quadros em alumínio flectiam com alguma facilidade quando solicitadas fortemente, dissipando a energia aplicada nos crenques para fazer movimentar a bicicleta. Frequentemente partiam ou descolavam, causando sensações de desconforto, de desconfiança e de insegurança para o ciclista.

Actualmente as bicicletas de alumínio são mais leves e mais rígidas, confirmando a viabilidade de utilização deste material. Uma das soluções encontradas para fazer face à menor resistência do material, foi o aumento da secção das tubagens utilizadas, apesar de esta solução implicar um aumento do peso final do quadro e por consequência da bicicleta.

Para não correrem riscos, os construtores de bicicletas constroem os seus quadros de alumínio com uma razoável margem de erro, por excesso, visando uma melhor resposta às solicitações mecânicas a que o quadro está sujeito. Estas medidas tornam os quadros de alumínio tão seguros como os quadros executados num outro material.

A aplicação de alumínio para construir quadros de bicicletas tem também alguns contratempos, como seja a impossibilidade de serem recuperados quando danificados, o que não acontece com os quadros em aço, que muito facilmente são reparados. Por outro lado, o ciclo de vida destes quadros não permite que seja uma solução perpétua, pois a sua duração dependerá directamente do tipo de utilização, forma de pedalar e manutenção, não sendo possível prolongar a sua longevidade como acontece nos quadros de aço.

Tal como o aço, o alumínio existe em variados tipos de ligas, que, segundo o elemento principal utilizado, são agrupados em séries que vão desde as séries 1000 até às séries 8000.

A denominação de tubagens de alumínio por números não deve servir como termo de comparação qualitativa. O facto de, por exemplo, uma tubagem pertencer à série 8000, não implica que seja a de melhor qualidade, apenas significa que na sua composição o elemento lítio é comum às séries 8000.

A tubagem de alumínio generalizada para a construção de bicicletas em série é o 6061, que tem como elementos de base o magnésio e o silício. Este material apresenta uma tensão de rotura da ordem de 420 MPa.

Estas tubagens têm como característica a possibilidade de serem maquinadas a frio, boa resistência à corrosão e excelentes propriedades para a soldadura. Para uma boa soldadura, estes quadros precisam de ser tratados termicamente a posteriori, sob o risco de poder partir as junções de soldadura. Assim, após o processo de soldadura, o quadro é completamente aquecido até atingir uma temperatura de 450°C, durante uma hora, mergulhando-se depois em água, durante cerca de 30 minutos para arrefecer até à temperatura de 140°C.

Dentro das tubagens de série 6000, a mais forte e também mais dispendiosa é a 6013, que tem na sua composição de base uma grande percentagem de cobre.

Também têm sido fabricados quadros em grande escala em alumínio da série 7000, tubagens 7005 e 7020, sendo inclusive as que detêm as preferências dentro dos construtores de quadros em alumínio.

Estes tubos, mais resistentes do que os 6061, permitem facilmente a dobragem e são resistentes à corrosão, mas a sua soldadura não é tão eficaz, mesmo quando tratadas termicamente. Podem sofrer de corrosão através do cordão de solda devido às tensões termicamente induzidas, fazendo partir o quadro pelas constantes tensões de flexão. Mesmo após o tratamento térmico a que se pode submeter o quadro, este, não volta a recuperar a resistência que possuía antes de ser sujeito ao calor da solda, daí que é normal considerar maiores espessuras das paredes dos tubos a utilizar, para que com a redução de resistência seja suficiente para evitar a sua rotura.

O contacto com determinadas condições ambientais, principalmente com chuvas, provoca neste tipo de quadros uma certa corrosão designada de galvânica, que progressivamente vai fragilizando a estrutura. Tal característica torna esta tubagem pouco recomendada para sua utilização onde o contacto com a água seja frequente, como no caso das bicicletas de todo-o-terreno, onde frequentemente se atravessam riachos e locais encharcados.

Outra qualidade de tubagens bastante divulgada é a 5082. Com uma tensão de rotura de 375 MPa, esta tubagem tem como características a sua moldabilidade e por possuir a melhor

resistência à corrosão dentro das ligas leves de alumínio. Esta solução permite a construção de quadros que fazem recurso ou não a uniões de ligação entre os vários tubos que compõem o quadro da bicicleta.

As tubagens 2014 e 7075 têm propriedades muito similares, sendo caracterizadas pela baixa resistência à corrosão e pela baixa capacidade de moldabilidade. A diferenciação entre estas duas qualidades de tubos reside na resistência de tensão a elas inerente, uma vez que os tubos 2014 possuem uma tensão 470 MPa, enquanto as tensões dos tubos 7075 podem atingir os 565 MPa. As tubagens 7075 e 2014 são, dentro das ligas de alumínio utilizadas comercialmente, as mais resistentes, com tensões que oscilam entre 470 e 565 MPa.

Designação Material e tempera	Densidade de g/cm <sup>3</sup>	Ponto de fusão °C	Tensão de rotura MPa	Alongamento após 50 mm	Força Cedência MPa	Tensão de fadiga (50x10 <sup>6</sup> Hz) MPa	Dureza Brinell	Modulo de Elasticidade (GPa)
1050A-O	2.71	635	75	32	50	20	21	69
2014A-T6	2.80	530-610	470	7	293	170	145	74
5083-H22	2.67	580-645	337	8	155	124	95	71
6061-T6	2.70	570-660	305	9	205	95	90-100	69
6063-T6	2.70	580-660	210	-	155	85	75	69
6082 - T6	2.70	570-660	310	8	218	124	90-100	69
7075 - T6	2.80	475-630	565	-	330	-	150	72

Tabela 2 – Propriedades físicas e mecânicas de algumas ligas comerciais (MPa = N/mm<sup>2</sup>) [9].

As tubagens da série 8000 são reconhecidas por na sua composição de base terem uma grande percentagem de lítio, cerca de 25%. Estas tubagens são caracterizadas por serem leves, uma vez que a sua densidade é extremamente baixa. Apesar disso, estes tubos, são bem mais resistentes do que os das outras séries. Contudo, esta solução será dificilmente produzida comercialmente, por dificuldades tecnológicas em obter sob a forma de tubos. Apesar disso, estão a ser desenvolvidos esforços para conseguir, dentro destas séries, alumínio mais resistentes e mais leves.

Um outro tipo de liga é a de escândio. Estas ligas, tal como referiria Mike Burrows "... são leves como uma pena, resistentes como o aço, duras como o diamante e rápidas como uma bala..." [10]. Este metal, branco e macio, tem o peso ligeiramente superior ao do alumínio puro, sendo utilizado na concepção de outras ligas leves e frequentemente misturado com o alumínio, obtendo-se bons resultados. A adição de escândio melhora a tensão de rotura e a facilidade de soldadura, que aliada à sua baixa densidade permite a obtenção de um material extremamente leve.

Uma das ligas metálicas leves utilizadas com bons resultados tem sido o titânio. Com excelentes propriedades mecânicas para estruturas/quadros, o titânio tem semelhante resistência ao do aço, metade do peso deste, é praticamente não corrosível, e tem um módulo de elasticidade de cerca de 120 GPa.

Os quadros em titânio são caracterizados pelo seu reduzido peso e pela sua elegância, sendo considerados como uma das últimas grandes opções em termos de quadros de bicicleta (figura 5).



Figura 5 – Quadro em titânio [11].

No entanto, o titânio apresenta como enorme desvantagem o seu elevado preço que resulta do custo elevado do processo tecnológico para a sua produção, reflectindo necessariamente no preço final do produto.

Quanto aos 3 tipos de titânio disponíveis, estes designam-se por: nível 2; 3Al 2.5V; 6Al 4V.

O nível 2 das ligas de titânio possui características similares às do aço temperado, no que respeita à sua resistência, que não é debilitada pela soldadura e tem excelentes características de soldabilidade. Esta estrutura, quando submetida a um tratamento à base de ácido nítrico, cria um bom revestimento que a impossibilita a corrosão.

Quanto às ligas 3Al 2.5V e 6Al 4V, estas têm também aplicabilidade no fabrico de quadros para bicicletas. A melhor liga para construção de quadros é a 3Al 2.5V, com 3% de alumínio e 2.5% de vanádio na sua composição química, tendo uma resistência similar à liga de aço 4130, mas com peso inferior em cerca de 50%, óptimas características de soldabilidade e de resistência à fadiga. Quanto à liga 6Al 4V, 6% de alumínio e 4% de vanádio, a sua utilização é mais frequente na execução de ponteiras para os referidos quadros (figura 6).



Figura 6 – Ponteiras executadas em liga de titânio 6Al 4V [12].

Mais recentemente alguns materiais extremamente leves têm sido utilizados no fabrico de bicicletas, não só em quadros como também em algumas peças dos acessórios que são necessários à bicicleta. Esses materiais designam-se por compósitos.

Os compósitos consistem em reforços (fibras, mantas tecidas, ...) embebidos numa matriz de resina (termoplástica ou termoendurecível).

Os compósitos são muito fortes e extremamente leves, podendo ser também muito dispendiosos. Um pouco contrariamente ao que acontece com os metais, a qualidade dos compósitos só pode ser aferida após a realização de todo o processo que transforma as matérias-primas numa peça, que pode ser muito resistente.

O compósito mais conhecido é o de reforço de fibra de carbono. A fibra de carbono encontra-se sob a forma de fio ou tecido e tal como os metais existem diferentes tipos de carbono, sendo o mais usual o T300, cuja aplicação em equipamentos de desporto é generalizada.

A fibra de carbono tem uma resistência específica superior à do aço, embora com módulo de elasticidade inferior. Pelo facto de ser bastante leve, permite o fabrico de estruturas altamente resistentes e de baixo peso.

Dependendo da arquitectura do reforço na estrutura final, os compósitos podem apresentar maior ou menor rigidez. Para o caso específico dos quadros das bicicletas, é procedimento considerar uma estrutura tubular de maior espessura que todavia não aumenta significativamente o peso final da estrutura. Um quadro neste tipo de material apresenta relativamente aos tradicionais de aço um peso final muito inferior.

As ligações de tubos em carbono são normalmente feitas por peças em alumínio ou por peças de carbono moldadas ou em materiais cerâmicos.



Figura 7 – Tubos num compósito de carbono [12].

A execução de quadros em tubos de carbono (figura 7), apesar de ser uma boa solução, não é a forma de dar melhor uso aos compósitos, uma vez que uma das suas características consiste nas diversas possibilidades de colocar as fibras segundo a forma desejada, o que permite a concepção de estruturas optimizadas em resistência e em rigidez.

A capacidade de dar a forma desejada à peça num compósito veio permitir o desenvolvimento de quadros executados numa única peça, sem recurso a peças de ligação entre os vários componentes, designados de monobloco.

Assim, as bicicletas com quadros de uma única peça, pelas suas linhas fluidas, são visualmente agradáveis, de simples leitura, aerodinâmicas e extremamente leves e resistentes.

As estruturas monoblocos são convidativas à exploração gráfica por parte dos designers.

Em termos formais, a utilização de compósitos veio permitir que a forma final da bicicleta possa ser diferente, perdendo um pouco o aspecto rectilíneo das estruturas tubulares, para assumir formas muito mais orgânicas e fluidas pela possibilidade que os compósitos têm em se adaptar a formas mais complexas.

Além dos compósitos carbono/carbono, existe o compósito carbono/kevlar que é igualmente aplicado na execução de peças. Apesar do kevlar não ser tão resistente como o carbono é no entanto mais duro, o que permite, ao ser combinado com o carbono, aumentar a dureza da peça.

Os compósitos termoplásticos são alternativas aos de matriz termoendurecível. Estes compósitos são na prática mais resistentes e mais leves do que os tubos de liga metálica, além disso, são facilmente reparados.

Uma outra tipologia de compósitos é os de matriz metálica (CMM). Os CMM são caracterizados pela sua constituição de base metálica ser obtida pela adição de pequenas e duras partículas.

Estes compósitos são mais utilizados nos acessórios do que nos quadros, sendo o tipo de compósito mais frequente o da liga de alumínio adicionada com óxido de alumínio ou partículas de sílica. Com a adição destas partículas, consegue-se melhorar, a sua resistência à fadiga e baixar o peso, em detrimento das suas características de soldabilidade e de maquinabilidade.

Pelo facto de ser difícil a sua execução em tubos e de difícil soldabilidade, estes materiais não são muito adequados na concepção de quadros, mas antes para a produção de outros acessórios como crenques, aros, discos de travões, etc.

Outro material utilizado na concepção de bicicletas é o magnésio. O magnésio é a estrutura metálica mais leve, mas não consegue ser tão resistente como as ligas de aço e de alumínio, além disso, possui uma fraca resistência à fadiga e à corrosão, o que implica a necessidade de aplicar um acabamento de superfície. A sua utilização é feita essencialmente em aros, no intuito de diminuir o peso final das rodas.

Quanto à aplicabilidade dos plásticos na composição das bicicletas, há décadas que têm sido propostos para serem utilizados na sua composição. Apesar das inúmeras tentativas, como por exemplo o modelo sueco Itera de 1982, actualmente, apenas as bicicletas de crianças, ou em modelos cuja qualidade não seja relevante é que existem componentes efectuados em plástico. A evolução que os plásticos têm sofrido permite, actualmente, obter propostas muito interessantes, como refere Mike Burrows "... um bom exemplo do progresso dos plásticos é a mudança de trás Simplex que nos anos 70 era horrível, enquanto actualmente a marca SRAM produz o mecanismo completo e é brilhante..." [13].

A utilização dos plásticos nas bicicletas, apesar de actualmente permitir resultados interessantes, tem ainda algumas desvantagens. As folgas que após algumas solicitações os componentes plásticos sofrem fazem com que a sua utilização não seja ainda de grande confiança, prejudicando inclusive a funcionalidade de alguns dos componentes, como o caso das mudanças com elementos plásticos, que após alguma utilização torna os desviadores pouco precisos, não tendo manutenção possível. No entanto, as soluções de plásticos empregue em bicicletas de crianças ou em bicicletas de pouca exigência, parecem ser razoáveis pelo peso que proporcionam e pelo baixo custo destes.

A cultura revivalista e as questões ecológicas fizeram ressurgir, nesta última década, alguns modelos de bicicleta onde a escolha de materiais é preponderante e diferenciadora dos modelos mais divulgados. Nos últimos anos têm surgido modelos executados, principalmente em madeira (figura 8).

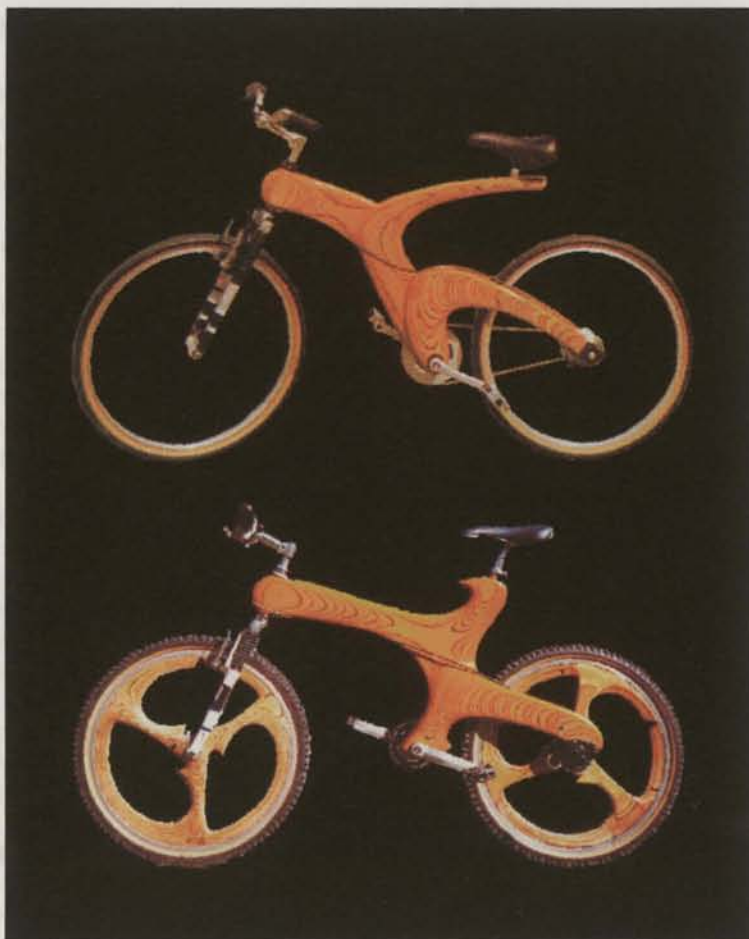


Figura 8 – Modelos de bicicletas executados essencialmente em madeira. Modelos de passeio e de todo-o-terreno executados manualmente, montados com acessórios estandardizados [14].

As propriedades da madeira foram aproveitadas para desenvolver propostas de bicicletas revivalistas e outras com um carácter mais contemporâneo.

As preocupações ecológicas tão actuais das sociedades contemporâneas levaram a que alguns designers, mais sensibilizados para o efeito, desenvolvessem propostas onde a utilização de materiais naturais e recicláveis tenha um grande peso no conceito e materialização dessas mesmas propostas.

Actualmente, a utilização dos materiais é muito mais vasta do que no principio do século XX. A utilização dos diversos materiais pode ser feita individualmente ou misturando uma ou várias matérias-primas para que o desempenho, utilização e comportamento da bicicleta sejam favorecidos.

A panóplia de matérias-primas existentes actualmente, além de melhorarem os aspectos físicos e dinâmicos das bicicletas, vêm também possibilitar, além da forma tradicional da bicicleta baseada numa estrutura triangular de tubos, o desenvolvimento de outras formas de quadros e acessórios que permitem novas soluções e novas interpretações para a bicicleta, o que até aqui eram impensáveis. A bicicleta perdeu o carácter rectilíneo e a rigidez formal que lhe eram inerentes, para passar a ser percebida segundo formas orgânicas e fluidas capazes de serem executadas pelas possibilidades que novos materiais proporcionam. Os novos materiais liberalizaram a bicicleta quer na sua forma, quer nos desempenhos e utilizações que lhe são imputados.

## **4.2 – Produção**

A construção de bicicletas é normalmente referenciada pela execução dos quadros, pela importância e carácter que este imprime à bicicleta. Assim, em termos produtivos, a alusão à construção de bicicletas é normalmente associada a construção de quadros, uma vez que é esta parte da bicicleta que, na maior parte dos casos, lhe fornece o carácter diferenciador.

A menção a uma indústria construtora de bicicletas é normalmente uma empresa de produção de quadros e que posteriormente pode incluir também a montagem de acessórios, construindo a bicicleta.

As empresas de produção de acessórios para bicicletas e de bicicletas podem-se dividir em quatro grupos: as empresas construtoras de quadros, as empresas construtoras de acessórios, as empresas construtoras de quadros e com montagem de bicicletas e as empresas que unicamente se dedicam à montagem e comercialização de bicicletas.

A dimensão das empresas quer de construção, quer de comercialização, reflecte-se na disponibilidade de modelos que estas oferecem. As pequenas empresas concentram as suas atenções em alguns modelos de uma ou duas categorias, enquanto as empresas médias especializam-se em algumas categorias tais como passeio, competição ou bicicletas de montanha. As empresas com uma estrutura de grandes dimensões oferecem ao cliente modelos de todas as categorias e a preços acessíveis.

A proliferação de diversos materiais implicou uma maior especialização por parte das empresas em produzir certo tipo de componentes aliados a uma tecnologia produtiva igualmente muito específica.

Se anteriormente os processos produtivos de construção dos quadros de aço cingiam-se às formas de soldar, com o aparecimento das ligas de alumínio e outras e dos materiais compósitos, a produção de bicicletas tornou-se mais complexa, perdendo o carácter artesanal e micro empresarial por vezes associado aos quadros de aço. Apesar disso, e pelo facto dos quadros executados em tubagens de aço serem ainda bem actuais, persistem ainda um grande número de empresas capazes de produzir estas estruturas em tubos de aço, mas a complexidade exigida pelas uniões das diversas ligas como o alumínio ou o titânio e a execução de peças em material compósito, fez com que os exigentes processos produtivos fossem somente possíveis de serem concretizados por estruturas de produção mais organizadas e mais desenvolvidas tecnicamente.

A produção de quadros de aço era viabilizada por três processos de soldadura: MIG (Metal Inerte Gás), TIG (Tungsténio Inerte Gás) e brazagem.

A soldadura a MIG é utilizada na produção em larga escala, por ser barata e de rápida execução, sendo bastante utilizada em quadros de menor qualidade, onde os custos de produção são extremamente importantes.

Este processo pode ser utilizado na construção de quadros por via mecânica, mas salvaguardando a sua utilização na soldadura de tubos muito finos, pois a falta de sensibilidade da máquina poderia por em risco a integridade do componente.

A sua forma de actuação baseia-se na utilização de uma vareta em material idêntico ao do quadro, que derretida por um maçarico rodeado por gás árgon permite a união entre os tubos deixando um cordão de solda na ligação dos tubos.

A soldadura TIG, a mais convencional, é a mais utilizada na produção em larga escala, sendo a preferida para o fabrico de quadros em Co-Mo.

O custo de produção, por ser mais moroso, torna-se mais caro do que o processo a MIG, mas a sua aplicabilidade versátil pelo facto de poder ser usado em quase todas as ligas metálicas, faz deste processo produtivo extremamente utilizado, principalmente em bicicletas com maior preocupação qualitativa.

O acabamento final da soldadura pode ser efectuado em bruto, sem acabamento, ou com acabamento, ficando a transição da superfície de um tubo para outro suavizada. O tipo de acabamento utilizado está mais dependente de factores estéticos do que propriamente funcionais, uma vez que tanto um como o outro são extremamente eficazes.

O cordão de solda aplicado em tubagens de aço é mais fino do que o mesmo cordão quando aplicado em tubagens de alumínio. O processo de soldadura a TIG para tubagens de alumínio torna-se mais dispendioso por ser mais sofisticado, requerendo maior experiência.

A solda por braçagem consiste num processo de soldadura com vareta de bronze, e por um maçarico de chama a oxiacetileno, onde a vareta é derretida para fazer a junção entre tubos.

A junção de tubos é feita recorrendo à utilização de uniões que conferem melhor geometria, consistência e acabamento. A soldadura entre os tubos e uniões é normalmente larga, para que posteriormente possa ser trabalhada, criando uma superfície lisa.

O segredo de uma soldadura de qualidade reside na forma como a solda é colocada, sem criar bolhas de ar, e na forma como a mesma é desbastada até conseguir um bom acabamento. A qualidade da soldadura, muitas vezes, faz a diferença de qualidade de construção dos quadros entre os construtores. A utilização de uniões de soldadura permite obter um quadro extremamente elegante, resistente e bem acabado, facilitando inclusive na substituição dos tubos quando necessário.

Ultimamente, com o aumento das secções dos tubos principais do quadro e as novas propostas de tubagens, permitiu que as uniões não fossem utilizadas, no entanto, pensamos que a utilização às uniões continua a ser a solução técnica mais favorável, quer nos aspectos de segurança, como relativamente à correcta geometria que proporciona e à estabilidade da estrutura.

Outro processo utilizado para a construção de quadros é a colagem. A colagem é normalmente utilizada na concepção de quadros com tubos e uniões em alumínio, tubos em carbono e uniões em alumínio, carbono ou cerâmicos.

Quanto à produção em material compósito para monocoques, a sua produção é feita sem recorrer à utilização de qualquer processo de união, uma vez que estas peças são concebidas para funcionarem como um todo, uma única peça.

A colocação das fibras de reforço no compósito é de grande importância para o desempenho da peça. A possibilidade de dar a forma e de orientação das fibras como o desejado, vem permitir que a forma de construção de um qualquer componente ou quadro deva ser estudada de forma que seja mais conveniente ao desempenho e utilização das mesmas.

No caso de se utilizar fibra pré-impregnada, o processo passa por coloca-las num molde, pressiona-las para retirar a resina em excesso, deixando a o compósito curar no referido molde para obter a forma desejada.

Outro processo consiste em colocar o molde dentro de um saco de vácuo, que permite compactar as camadas do laminado. Neste processo pode-se fazer uso do autoclave que consegue atingir uma pressão de 700 kPa, sendo aplicado calor para se processar a cura do laminado.

O resultado final das peças permite obter um produto de grande qualidade, de grande leveza e rigidez, proporcionando uma boa estabilidade e são normalmente esteticamente muito agradáveis.

Um processo também utilizado por uma das marcas mais importantes na indústria velocipédica, a "Giant", consiste na utilização de molde e contra-molde metálicos com sistema de aquecimento.

Para a obtenção de tubos, as fibras são enroladas (ênrolamento filamentar) num mandril plástico que é posteriormente colocado dentro das duas partes do molde metálico aquecido. O calor faz com que o plástico se expanda, pressionando contra as paredes do molde faz com que o compósito cure, adquirindo a forma imposta por este.

Quanto à obtenção de peças em compósitos termoplásticos, estes são obtidos juntando várias fibras, normalmente fibras de carbono e de nylon.

Para obtenção tanto dos quadros como de acessórios, os compósitos são colocados num molde de aço aquecido até atingir a temperatura de 360° e depois pressurizado. As fibras de nylon derretem até se transformarem numa pasta, resultando num produto semelhante ao dos materiais em resina de epóxido, mas com maior resistência relativamente a danos superficiais.

Este processo impossibilita que posteriormente lhe seja colado outro elemento. Uma vez que a colagem é uma das formas de ligar compósitos, este processo não é aconselhado para soluções que se baseiem na colagem dos vários elementos.

A produção, tal como os materiais, é extremamente diversificada, não só pelos materiais empregues, mas também dentro de cada gama de matérias-primas existem varias formas de conseguir materializar os produtos em questão.

Em paralelo com o aparecimento de novos materiais, os novos processos produtivos vão permitindo que as bicicletas sejam cada vez mais acessíveis e mais desenvolvidas, aumentando os parâmetros qualitativos que até aqui outros materiais e técnicas de produção menos sofisticados não permitiam.

O desenvolvimento das bicicletas é também o resultado do aparecimento de novas técnicas de produção e de novos materiais que permitem melhorar o desempenho deste veículo.

### **4.3 – Reciclagem**

Uma das preocupações inerentes à produção de novos modelos de bicicleta é a viabilidade de poderem ser reciclados, ou de fácil substituição.

Os modelos de bicicletas com o quadro executado em estrutura tubular, facilmente permitem que estes tubos sejam mudados por outros, sendo o processo de substituição extremamente simples.

Com o aparecimento dos quadros em tubos de alumínio, a substituição torna-se mais complexa. Nos primeiros anos em que surgiram estes quadros e quando um tubo era danificado, era obrigatório que fosse enviado para a fábrica que o havia produzido para que o mesmo fosse substituído. Actualmente as pequenas empresas já conseguem substituí-los pela disponibilidade de tubagens e colas que permitem executar essa operação com bons resultados.

Numa situação de emergência, os tubos de aço ainda conseguem ser reparados, ao contrário do que acontece com os tubos de alumínio que não permitem a sua recuperação.

Os compósitos, quer em forma tubular, quer em forma de monocoque podem não ser recuperados, apenas é possível a sua substituição por outros novos.

Quanto aos materiais naturais, consegue-se a sua reparação aquando danificados, mas existirá sempre alguma perda de integridade estrutural da estrutura ou da peça.

As preocupações ecológicas resultaram em várias soluções de material para a bicicleta "amiga do ambiente", quer pelo recurso a materiais naturais, como é o caso de quadros em madeira e canas de bambu, quer pela utilização de materiais renováveis, como as recentes tubagens aplicadas na construção dos quadros, ou os pneus recicláveis.

As implicações que as questões ecológicas têm nas sociedades actuais serão uma importante vertente para a concepção de novas propostas de bicicletas, tanto nas questões materiais, como na possibilidade de se conseguir uma forma de transporte sustentada, não nociva ao meio ambiente.

## **Referências**

- [1] – BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, pp. 41.
- [2] – In página www [<http://www.bolshoicircus.ru>]. 28 de Fevereiro de 2003.
- [3] – In página www [<http://www.gotabike.hpg.ig.com.br/index.html>]. 17 de Novembro de 2002.
- [4] – In BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000, pp. 43.
- [5] – BURROWS, Mike – *Bicycle Design*, Open Road Publishers, York, 2000, pp. 37.
- [6] – Ibidem, pp. 39.
- [7] – In Bicisport, nº3, Ano 27, Março 2002, pp. 44.
- [8] – Ibidem, pp.148.
- [9] – BURROWS, Mike – *Bicycle Design*, Open Road Publishers, York, 2000, pp. 42.
- [10] – Ibidem, pp. 43.
- [11] – In página www [<http://www.spicerindustries.com>]. 2 de Maio de 2003.
- [12] – In página www [<http://www.calfeedesign.com>]. 2 de Maio de 2003.
- [13] – BURROWS, Mike – *Bicycle Design*, Open Road Publishers, York, 2000, pp. 51.
- [14] – In página www [<http://www.gotabike.hpg.ig.com.br/index.html>]. 17 de Novembro de 2002.



## **5 - Ergonomia**

O acto de andar de bicicleta requer uma grande exigência ergonómica, devido à postura que o indivíduo tem de adoptar para fazer movimentar a bicicleta. Se atentarmos à posição tradicional do ciclista, esta foi obtida pela transposição da postura de um homem a subir uma escada para a bicicleta, uma vez que esta posição favorece a aplicação de força com os membros inferiores.

Pela interactividade existente, a bicicleta adquire a função de prótese, de prolongamento do corpo humano, cuja função consiste na movimentação mais rápida, mais eficazmente e mais comodamente, multiplicando a força que normalmente aplicaria para se deslocar a pé, facilitando a sua movimentação.

Apesar da importância da ergonomia neste meio de transporte, só na década de 70 do século XX, é que foram realizados estudos científicos sobre a matéria, pelo departamento de estudos da Régie Renault [1].

A nova ciência, desenvolvida e aplicada primeiramente às necessidades da guerra, foi no período pós 2ª Grande Guerra aplicado a outras áreas como a doméstica, do trabalho e outras, entre as quais a dos transportes [2].

A bicicleta tradicional, tal como os outros meios de transporte, foi alvo de estudos científicos relativamente à interactividade entre o veículo e o corpo humano, mas mesmo antes de cientificamente se abordarem estas questões, haviam já procedimentos, tidos como normas, para se conseguir encontrar a posição optimizada do ciclista em cima da bicicleta.

Principalmente no campo da competição, essas mesmas normas eram seguidas para que o rendimento em cima da bicicleta fosse o maior possível, mas os métodos utilizados não eram os mais correctos pela falta de rigor que lhes eram característicos, nem sempre possíveis de serem aplicados.

A posição optimizada implica que a construção e regulação de cada bicicleta seja feita individualmente, pois cada indivíduo tem um conjunto de parâmetros morfológicos próprios que o torna diferente dos restantes, logo, a execução de uma "prótese" individualizada deverá ter em conta todas as medidas antropométricas do indivíduo que podem influenciar no resultado pratico da bicicleta.

Para permitir a melhor posição do indivíduo, a bicicleta deve ser regulada, em toda a sua extensão para o indivíduo em causa, pois são as medidas da bicicleta e seus acessórios que determinam a posição do ciclista.

Independentemente do tipo de análise, científica ou empírica, a efectuar à bicicleta, esta pode ser vista como um sistema onde coabitam dois tipos de medidas: as medidas da estrutura, independentemente dos acessórios colocados, que são a altura (H) e comprimento do quadro (L), a inclinação do tubo de selim (I) e a curvatura da forqueta (F) (figura 1), e as medidas de posição, que são medidas variáveis pela regulação dos vários componentes e que estabelecem entre si os pontos de apoio do ciclista como o guiador e o selim (pontos fixos) e os pedais (por comodidade os pedais são substituídos pelo eixos pedaleiro). Estas medidas são a altura do selim (Hs), recuo do selim (R), distância selim-guiador (S) e desnível selim-guiador (D) (figura 2).

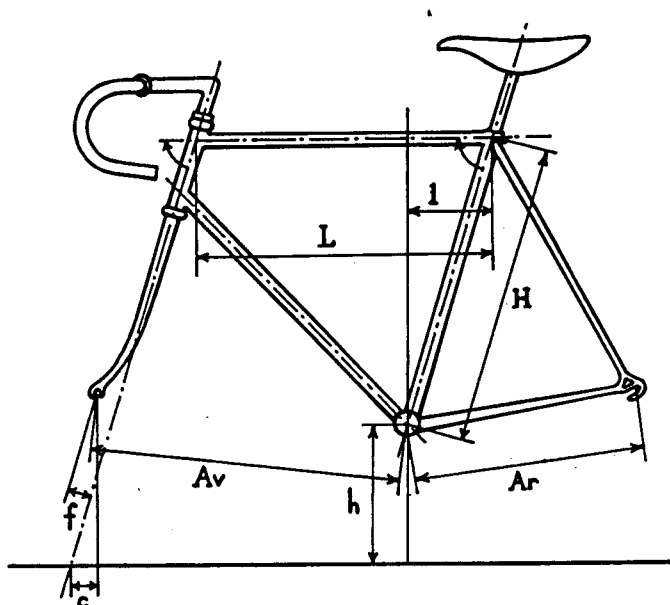


Figura 1 – Esquema representativo das medidas principais na concepção de uma bicicleta [3].

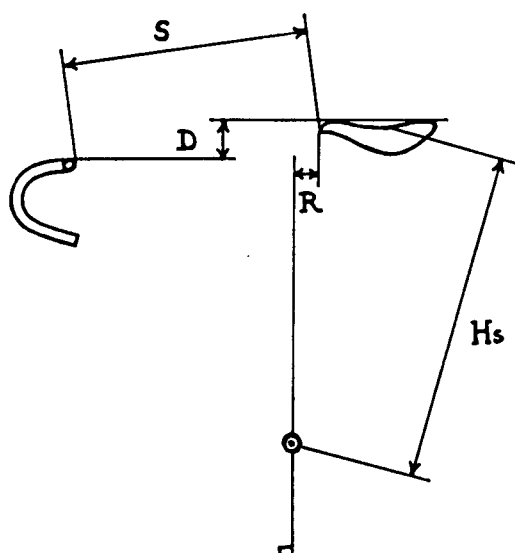


Figura 2 – Esquema representativo das medidas antropométricas aplicadas para obtenção das medidas da bicicleta e da posição otimizada do ciclista [4].

### 5.1 – Método empírico

Muito antes do aparecimento de estudos científicos sobre a posição do ciclista em cima da bicicleta, existiam princípios tradicionais sobre a forma de ajustar essa mesma posição. Esses princípios básicos traduziam-se em três regras simples que permitiam ao ciclista regular os vários acessórios de forma a adaptar a bicicleta à sua própria morfologia.

Após a definição do quadro, recorrendo a tabelas ou à experiência visual adquirida, eram experimentadas as três normas para regular as várias posições dos acessórios relativamente ao indivíduo.

As tabelas utilizadas para determinarem qual a medida de quadro a aplicar, eram baseadas apenas na experiência que ao longo dos anos foram adquirindo. Dois indivíduos com a mesma altura total podem ter a necessidade de recorrerem a um quadro com diferentes medidas, pois as restantes medidas podem não ser idênticas, logo, o facto de só pela altura determinar a medida do quadro não é o processo mais correcto, nem tão pouco a altura total tem uma implicação directa na determinação das medidas de um quadro.

Assim, o facto de apoiar as três regras sobre neste princípio é à partida uma forma de obter resultados pouco fiáveis, no entanto, ainda hoje, existem fabricantes que constroem as bicicletas baseando-se nessas tabelas que relacionam a estatura do indivíduo com as medidas a adoptar para o quadro. Outros fazem uso de uma estrutura variável que simula a posição do ciclista, verificando visualmente e experimentando variações de medidas de forma a encontrar a posição apropriada a cada um. Mais uma vez, este processo incorre no erro da experimentação e da visualização, uma vez que por ser efectuado num curto espaço de tempo, não permite detectar erros só possíveis de serem detectados quando a utilização num espaço de tempo bem maior.

No entanto os três princípios prevaleceram durante muitos anos, sendo conhecidos e aplicados em vários pontos do globo.

As três regras elementares para melhorar a posição do ciclista sobre a bicicleta, que são o método do calcanhar sobre o pedal, o fio-de-prumo na rótula e o nivelamento do joelho e do cotovelo, são determinantes para a obtenção da posição do ciclista sobre a bicicleta, mas na posição sentada, obtida na utilização da bicicleta tradicional com o quadro tipo "Humber".

O método do calcanhar sobre o selim é importante para a obtenção da altura do selim (figura 3). Este processo, o primeiro a definir por ser o mais importante, é baseado na máxima que refere que "... a altura do selim deve permitir pedalar com os calcanhares assentes nos pedais, sem oscilar a bacia ..." [5]. No entanto a imprecisão deste processo pode facilmente resultar na obtenção do selim demasiado baixo, ficando o indivíduo demasiado encolhido. Esta norma, apesar de evitar erros demasiado significativos, pode ser pouco correcta se, para o efeito, a utilização da bicicleta for feita com sapato próprio de ciclismo, em que a sola deste é arqueada, não se podendo estabelecer directamente esta máxima.

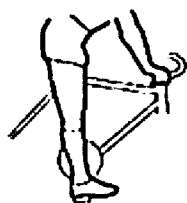


Figura 3 – Método de obtenção da altura de selim, experimentando pedalar com o calcanhar apoiado nos pedais [6].

O outro método de determinação da altura do selim consiste em meter o ciclista assente sobre a bicicleta, com os crenques na posição horizontal, fazendo passar um fio-de-prumo tangente à rótula e verificando se este passa pelo eixo dos pedais (figura 4).



Figura 4 – Método da utilização de um fio-de-prumo tangente à rótula, de forma a encontrar a relação correcta entre a altura do selim e o ângulo formado pela perna e pelo pé [7].

Este processo mais complexo permite que o ciclista possa pedalar sem estar demasiado colocado sobre a frente da bicicleta, estando muito em cima do eixo pedaleiro, podendo fazer a regulação do selim em altura e afastamento, para aproximar ou recuar face à colocação do referido eixo.

Por fim, o método do nivelamento do joelho e do cotovelo permitem regular a distância existente entre o selim e o guiador. Este processo, apenas utilizado para uma posição de uma bicicleta de competição, consiste em colocar o braço em ângulo recto, com as mãos no guiador em baixo e verificar se ao pedalar o joelho toca ao de leve no cotovelo.

Este processo é pouco rigoroso uma vez que o sentido de “ao de leve” é demasiado vago, podendo ser interpretado de maneira diferente por quem tem que verificar esta relação. Por outro lado, se o ciclista possuir uma relação tronco/braços demasiado diferenciável, pode resultar que para o joelho e o cotovelo se interceptarem ao de leve, o ciclista tenha que se curvar sobre si próprio, o que se tornaria incómodo e incorrecto.

Outro inconveniente deste processo é a sua aplicabilidade apenas para posições distendidas sobre a bicicleta, o que torna este procedimento não aplicável em outros modelos de bicicleta.

A falta de argumentos científicos comprovados e a falta de rigor tornam estes procedimentos pouco fiáveis e pouco aplicáveis para uma grande quantidade de casos. A facilidade com que se conseguem determinar casos para os quais não seja possível de aplicar cada um destes métodos, define a pouca credibilidade na obtenção de uma postura que possa ser considerada como sendo a postura otimizada.

Hoje em dia, com os estudos efectuados desde a década de 70, o recurso a outras formas de encontrar e definir a posição otimizada pedalando mais comodamente e conseguindo maior rentabilidade por pedalada, é feito tendo com base estudos científicos. O recurso a métodos científicos permite individualizar cada caso, ao mesmo tempo que implica a definição de cada parâmetro tendo em atenção os resultados verificados na obtenção dos dados antropométricos do indivíduo analisado.

## **5.2 – Método científico**

A determinação das medidas que uma bicicleta deve ter para satisfazer ergonomicamente um determinado indivíduo foi ao longo de varias décadas elaborada tendo em atenção regras baseadas na experimentação. No entanto, essas mesmas regras, ainda difundidas por alguns construtores de bicicletas, são frequentemente contrariadas por casos onde não se verificarem essas mesmas regras, ou onde a aplicação das mesmas não seja suficiente.

A necessidade de aprofundar as questões de âmbito ergonómico relativamente à bicicleta, levou a que o departamento de fisiologia e biomecânica de Régie Renault desenvolvesse estudos nesse intuito, no final da década de 70, tendo em vista a sua equipa de ciclismo profissional de então.

Os estudos científicos efectuados conduziram a resultados expressos em simples fórmulas matemáticas, que relacionam as medidas antropométricas do indivíduo com as medidas, muito aproximadas, do que deverá ser a bicicleta para o mesmo indivíduo.

Para determinar com rigor as medidas da bicicleta deverão ser conhecidas sete medidas morfológicas do indivíduo, para através delas se determinarem as medidas da bicicleta que proporcionem uma postura otimizada.

As medidas da estatura do indivíduo, do entre pernas (E), da coxa (C), da perna (P), do tronco (T), do braço (B) e do antebraço (A), fornecem dados que, trabalhados segundo fórmulas comprovadas, permitem definir com boa aproximação as medidas da bicicleta para uma boa postura corporal do ciclista (figura 5).

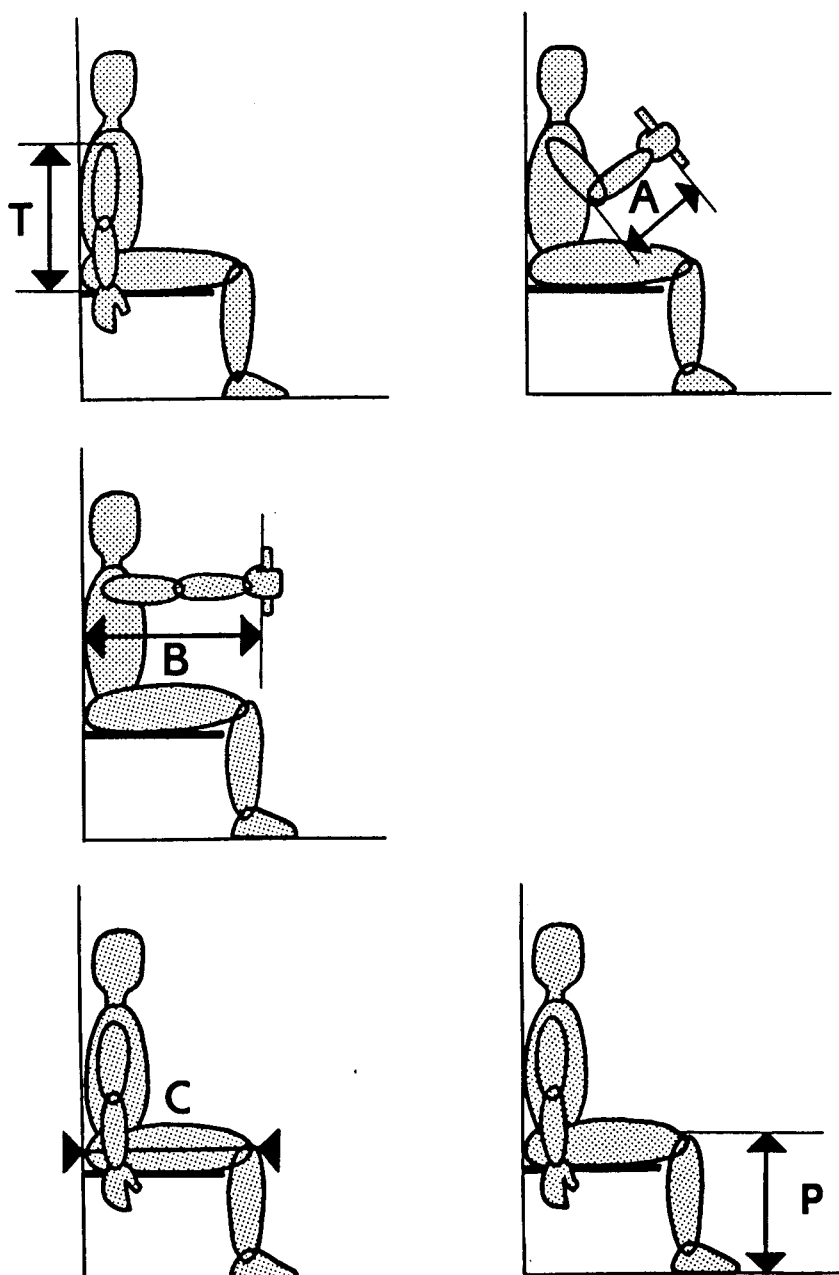


Figura 5 – Esquema demonstrativo de qual o processo indicado para obter as medidas antropométricas necessárias para a definição da postura otimizada e medidas correctas da bicicleta [8].

A medição do ciclista, mesmo não tendo grandes conhecimentos anatómicos, adquire grande importância, devendo ser efectuadas rigorosamente, sob pena de os resultados finais não serem adequados ao indivíduo. A obtenção das medidas de cada indivíduo pode no entanto ser obtida utilizando processos extremamente simples, passíveis de serem obtidos sem recorrer a elaborados meios, podendo inclusive serem efectuados em casa por duas pessoas.

A altura total do indivíduo não tem implicações directas na determinação da posição, apenas serve como critério morfológico.

A medição mais importante é a da altura interior das pernas, também designada por entre pernas. Para se obter a sua altura o indivíduo deverá estar erecto junto a um plano, descalço, com as pernas esticadas e apoiando-se sobre um elemento, um livro poderá servir, colocado entre pernas. A medida obtida do solo até ao topo do livro será a altura do entre pernas.

Para a obtenção das quatro próximas medidas o indivíduo deverá posicionar-se na posição sentada, com a bacia bem encostada a uma parede e fazendo ângulos rectos quer entre a perna e coxa e entre o tronco e a coxa, mantendo a perna na perpendicular relativamente ao solo.

Para obtenção da medida da coxa, o indivíduo deverá estar sentado e encostado à parede, sendo-lhe medida a distância entre a parede e a extremidade do joelho.

Mantendo a mesma posição consegue-se obter a altura da perna, medindo-se para o efeito a distância do solo até à parte superior do joelho.

A altura do tronco é obtida mantendo a mesma posição, com as espáduas encostadas à parede, sendo obtida a medida entre o plano em que se encontra sentado o indivíduo e a parte de cima da clavícula.

Para obtenção da medida do braço é necessário manter a posição anterior, esticando o braço paralelamente ao chão e segurar na mão um elemento qualquer cilíndrico. A medida obtém-se entre a parede e o tubo seguro pela mão.

A obtenção da medida do antebraço deve ser efectuada mantendo o cilindro na mão, mas flectindo o braço 90°, obtendo-se a medida entre a parte de trás do cotovelo e o tubo seguro pela mão.

Após conhecer os sete parâmetros morfológicos do indivíduo, pode-se mais facilmente obter as medidas desejadas para a obtenção de uma posição óptima. Através da ergonomia e dos estudos matemáticos efectuados, consegue-se encontrar e definir as várias medidas que uma bicicleta deve ter para cumprir os requisitos ergonómicos desejados para a obtenção de uma boa postura corporal por parte do ciclista.

Para melhor conseguir reajustar a bicicleta ao indivíduo, deve-se em primeiro lugar definir a altura do selim. Esta medida é primordial para que o ciclista se sinta correctamente posicionado, sendo as restantes medidas obtidas pela relação que mantém entre elas e o selim, daí que seja importante antes do mais encontrar a posição correcta deste.

A altura do selim ( $H_s$ ), primeiro ajuste a ser efectuado, pode ser obtida com boa precisão recorrendo ao coeficiente matemático que multiplica a medida do entre pernas do indivíduo por 0,885, obtendo um resultado muito próximo do que seria desejável para o indivíduo analisado. Entretanto, segundo os estudos efectuados pelo departamento de fisiologia e biomecânica da Régie Renault, para encontrar a altura adequada do selim, basta recorrer à seguinte fórmula:  $H_s = 0,885 \times E$  [9].

Posteriormente à definição da altura do selim, as definições em termos de medidas deverão ser pela seguinte ordem de ajustamento: definição do recuo do selim relativamente ao eixo do pedaleiro (R), distância existente entre selim e guiador (S) e desnível verificado entre o selim e o guiador (D).

Estas medidas podem ser obtidas recorrendo a um quadro que relaciona a medida do entre pernas do ciclista com as medidas a adoptar para o recuo do selim, a distância do selim ao guiador e o desnível existente entre selim e guiador (tabela 1). Este quadro não deverá ser entendido como normalizado, antes fornece um intervalo de valores relativamente a valores do entre pernas e segundo parâmetros tidos como normais.

<b>E – entre pernas</b>	<b>R – recuo do selim</b>	<b>S – distância selim/guiador</b>	<b>D – desnível selim/guiador</b>
75 a 78 cm	4 a 6 cm	47 a 51 cm	5 a 6 cm
79 a 82 cm	5 a 7 cm	50 a 54 cm	6 a 7 cm
83 a 86 cm	6 a 8 cm	53 a 57 cm	7 a 8 cm
87 a 90 cm	7 a 9 cm	56 a 60 cm	8 a 9 cm

**Tabela 1 – Tabela que relaciona os valores do entre pernas e os valores entre os quais se poderão definir as restantes medidas a definir na bicicleta [10].**

Este tipo de abordagem apenas se justifica quando a optimização da posição é necessária para conseguir rendimentos muito elevados, geralmente só justificado para a competição ou para praticantes amadores deste desporto e que também passam várias horas em cima da bicicleta.

A necessidade de verificar se os parâmetros do indivíduo analisado encontram-se dentro dos valores normalizados, torna necessário correlacionar entre si parâmetros morfológicos como os do fémur, tronco, braço e do antebraço com o entre pernas, para constatar quais as características morfológicas do ciclista em questão e determinar, dentro dos valores da tabela apresentada, qual o valor a adoptar para definir as medidas das distâncias entre eixo do pedaleiro e selim, distância selim-guiador e desnível selim-guiador.

A relação entre a coxa e a perna permite-nos obter dados de implicação directa na colocação, mais avançada ou não, do selim. A relação entre o fémur, alavanca utilizada pelo ciclista para fazer movimentar a bicicleta, e a tibia difere de indivíduo para indivíduo, daí que o conhecimento desta relação entre estas duas grandezas fornece indicações relativamente à colocação do selim.

O coeficiente “normal” existente entre coxa e perna para os homens é de 1,11, enquanto que para senhoras esse coeficiente é de 1,14. Pelo facto do coeficiente feminino ser superior ao dos homens, significa que se pode neste caso recuar mais o selim, o que torna mais fácil a passagem do ponto de transição entre pedaladas, facilitando o acto de pedalar.

Se os valores encontrados forem bem superiores a 1,11 nos homens e 1,14 nas senhoras, o recuo do selim poderá ser superior ao estabelecido nas tabelas, se os valores forem largamente inferiores, então pode-se subir o selim.

Quanto ao tronco, braço e antebraço, se estes ultrapassarem os parâmetros “normais”, pode-se aumentar a distância entre o guiador e o selim, podendo-se inclusive aumentar o comprimento do quadro. Para verificar estes parâmetros bastará relacionar o tronco (T), o braço (B) e o antebraço (A), com o valor encontrado do entre pernas (E), e cujos valores normais traduzem-se nas seguintes relações:

- $T / E = 0,76$ ;
- $B / E = 0,87$ ;
- $A / E = 0,40$ ;
- $E / \text{Estatura} = 0,47$ .

Consoante os valores obtidos em cada uma destas relações poderão ser feitos reajustes no sentido de conseguir uma melhor e mais confortável posição.

Como atrás mencionado, estes valores encontrados não deverão ser tidos em conta como regra, mas sim como um processo capaz de definir medidas e posições muito aproximadas do que poderá ser entendido como a posição otimizada a adoptar em cima de uma bicicleta. Além disso, todos estes estudos e resultados partem de um pressuposto que se pretende determinar a posição e as medidas para uma bicicleta com o quadro tipo "Humber". Para uma posição em cima da bicicleta mais relaxada e mais erecta, estes processos apenas poderão ser aplicados na obtenção da altura de selim e de quadro correctos, podendo apenas dar uma ideia vaga relativamente às restantes medidas.

### **5.3 – Conceber uma bicicleta a partir de medidas antropométricas**

Uma vez conseguidas as sete medidas morfológicas do indivíduo, é possível trabalhar essas mesmas medidas de forma a construir uma bicicleta adequada à compleição física do indivíduo analisado.

Os estudos ergonómicos apresentados referem-se à posição do ciclista adoptada perante um quadro tipo "Humber", daí que a bicicleta a conceber focará essencialmente esta tipologia de bicicleta. Para a concepção de outras bicicletas, alguns destes dados poderão ser igualmente utilizados, ressaltando sempre algumas alterações da postura do ciclista no novo modelo referente à posição tradicional.

A realização de uma bicicleta deverá ter em atenção três medidas fulcrais: a altura do quadro (H), a inclinação do tubo de selim (I) e o comprimento do tubo horizontal, medido entre eixos (L).

O processo de construção de uma bicicleta personalizada e individualizada, implica o conhecimento prévio das sete medidas morfológicas do indivíduo para o qual vai ser construída a bicicleta.

Para a altura do quadro, alguns fabricantes mais tradicionalistas ainda recorrem ao uso de tabelas, mas estas por não terem em consideração as disparidades morfológicas individuais, permitem erros de altura que podem ir até 2 cm, o que neste caso é demasiado. Outros porém recorrem a uma máxima que refere que a altura do quadro deve ser obtida subtraindo 25 cm relativamente à altura do entre pernas do ciclista. Este processo parece-nos também desajustado uma vez que, devido ao facto de ser um valor fixo e não percentual, não permite obter uma relação de grandeza entre o quadro e a medida de entre pernas do ciclista.

Segundo estudos elaborados pela Régie Renault, a formula matemática que permite obter um resultado muito aproximado da altura do quadro entre eixos, consiste na multiplicação do entre pernas por 0,65, ou por 0,66 para uma posição mais relaxada:  $E \times 0,65$ .

Com a altura do selim e altura do quadro determinadas é possível iniciar o processo de construção da bicicleta graficamente (figura 6).

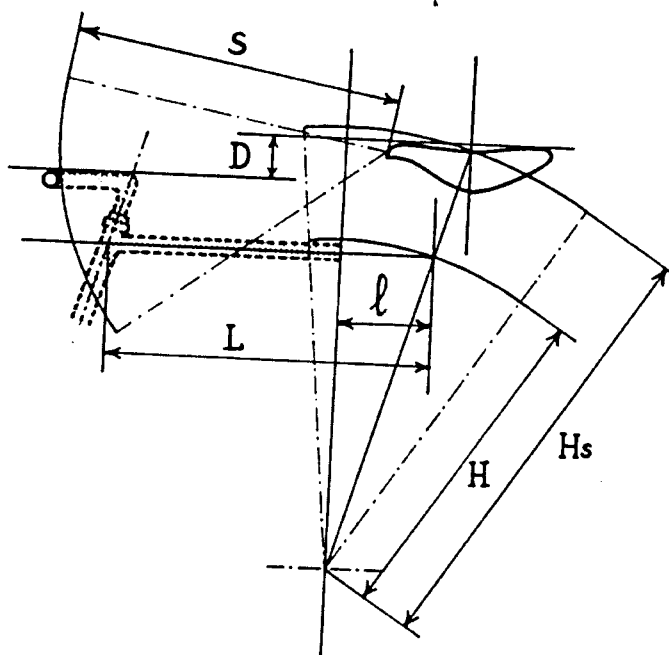


Figura 6 – Esquema de construção gráfica de uma bicicleta tradicional, tendo como ponto de partidas as medidas antropométricas efectuadas anteriormente ao ciclista para qual se conceberá a bicicleta [11].

Tendo como ponto de partida a colocação do centro do eixo pedaleiro, toma-se este como o centro de dois círculos com raio  $H_s$  e  $H$ , respectivamente a altura do selim e altura do quadro. Posteriormente faz-se passar pelo eixo do centro pedaleiro uma recta vertical. Paralela a esta é traçada uma outra recta que dista da primeira a distância igual à soma do recuo de selim e de metade do comprimento deste. A marcação desta recta paralela vai interceptar o círculo de maior raio naquilo que será o ponto médio do selim.

Para encontrar a inclinação do tubo de selim basta unir este ponto de intercepção com o eixo do centro pedaleiro, que por sua vez ao intersectar o círculo de menor raio determina a colocação do início do eixo referente ao tubo superior do quadro.

Os seguintes passos permitem a obtenção do comprimento do quadro. Com o tamanho do selim e a inclinação do quadro definidos, desenha-se um novo círculo com o centro na extremidade do selim e de raio  $S$  (distância selim / guiador). De seguida deve-se desenhar uma nova paralela à distância de  $D$  (desnível selim / guiador) e tangente a esta linha e ao círculo de raio  $S$ , encontra-se a secção do tubo de guiador.

Para conseguir determinar o comprimento do quadro bastará, depois de definir a secção do guiador, desenhar o avanço e a partir deste fazer a marcação da linha de eixo do cabeço do quadro. No ponto de intersecção desta linha com a linha de eixo do tubo superior determina-se o comprimento do quadro da bicicleta.

A inclinação do eixo do tubo do cabeço do quadro, que não deverá ser demasiado inclinado, pode oscilar entre  $72^\circ$  e  $74,5^\circ$  [12].

Para outros casos de bicicletas de diferente posição corporal do ciclista, pode-se aplicar algumas das etapas supra mencionadas, principalmente na obtenção da altura do selim e do quadro em bicicletas de postura sentada, mas outros passos poderão não ser os mais correctos para aplicação em outras tipologias de bicicleta.

## **Referências**

[1] – Departamento de estudos da fabrica de automóveis Renault, que se pôs ao dispor da sua equipa de ciclismo da marca, para começarem e optimizarem os estudos sobre a posição do ciclista em cima da bicicleta, sendo retiradas algumas ilações quanto aos aspectos ergonómicos, de rendimento e aerodinâmicos. HINAULT, Bernard; GENZLING, Claude – *Ciclismo de Estrada*, Editorial Presença, Lisboa, 1988, pp. 55.

[2] – PHEASANT, Stephen – *Bodyspace*, Taylor & Francis Publishers, 2ª edição, Londres, 1998, pp. 4.

[3] – HINAULT, Bernard; GENZLING, Claude – *Ciclismo de Estrada*, Editorial Presença, Lisboa, 1988, pp. 48.

[4] – Ibidem, pp. 50.

[5] – Ibidem, pp. 63.

[6] – In página www [<http://www.ledocvelo.fr>]. 1 de Novembro de 2002.

[7] – Ibidem.

[8] – HINAULT, Bernard; GENZLING, Claude – *Ciclismo de Estrada*, Editorial Presença, Lisboa, 1988, pp. 51.

[9] – Ibidem, pp. 58.

[10] – Ibidem, pp. 60.

[11] – Ibidem, pp. 67.

[12] – Ibidem, pp. 68.



## 6 – Tendências

A era pós Moulton foi muito importante no campo da indústria velocipédica devido ao rompimento de forma e sobretudo de mentalidades que este modelo proporcionou. A partir daqui a concepção e construção de bicicletas seria radicalmente diferente, tentando os autores desenvolver novos conceitos de bicicletas, novas formas e novos desempenhos.

É a partir desta altura que a bicicleta se liberta dos seus próprios preconceitos, tendo a partir desse momento uma postura muito mais livre e evoluindo com maior velocidade.

Até aos dias de hoje, a bicicleta tornou-se num campo extremamente apetecível para designers, engenheiros e outros projectistas, que vêm no acto de conceber uma bicicleta um desafio muito interessante, que permite explorar novas formas, novos conceitos, novas tecnologias e sobretudo novas formas da sociedade explorar este meio de transporte.

Hoje em dia é notória a revolução por que passa a bicicleta, constantemente surgem novas propostas, novas formas e conceitos, que põem em questão o estereótipo formado à volta da bicicleta.

O recurso à utilização de novos e cada vez mais sofisticados materiais tornou a actividade conceptual de bicicletas cada vez mais aliciante e mais complexa. A bicicleta passou de um meio de transporte baseado numa simples estrutura tubular de aço, para um sofisticado meio de transporte composto por materiais tecnologicamente evoluídos e com desempenhos cada vez melhores.

A anterior tendência da bicicleta composta por mecanismos básicos e imediatos, corresponde agora uma nova faceta da bicicleta tecnologicamente mais evoluída, que utiliza para melhorar os seus desempenhos, novas resoluções técnicas baseadas em soluções funcionais mais complexas, como são o caso das mudanças do tipo "Grip shift" e as indexadas, e em certos casos fazendo uso inclusive de mecanismos eléctricos, como é o caso de mudanças accionadas electricamente (figura 1).



Figura 1 – Conjunto de acessórios Shimano Nexave para mudanças accionadas electricamente [1].

A tendência actual reflecte a mutação que a bicicleta sofre actualmente. Em nossa opinião, as propostas de bicicleta que actualmente vão surgindo, podem ser classificadas de duas formas distintas: as bicicletas com carácter mais comercial e as bicicletas com carácter mais conceptual.

As bicicletas de carácter mais comercial são as bicicletas que facilmente encontramos disponíveis no mercado, sendo extremamente acessíveis. Estas bicicletas, no âmbito dos

parâmetros normais ao que é entendido como sendo uma bicicleta, mantêm características muito semelhantes à típica bicicleta tradicional, tanto na forma como na postura do ciclista.

As bicicletas de carácter mais conceptual são caracterizadas pelas suas formas revolucionárias, pelas novas posturas do ciclista e pelos novos conceitos, utilizações e aplicações da bicicleta. Não tão acessíveis como as anteriores, estas bicicletas que dificilmente saem da fase de protótipo, têm como particularidade pôr em questão a actividade de andar de bicicleta e também sobre as funções e desempenhos da mesma, dando-lhe uma nova perspectiva sobre o conceito de bicicleta através de novas formas, novos materiais, novos desempenhos e novas aplicações.

Estas propostas têm o condão, não de serem viáveis comercialmente num futuro próximo, mas sim de serem uma reflexão sobre o que é uma bicicleta, de propor novas soluções que de alguma forma melhorem as condições actuais da bicicleta e preverem para um espaço de tempo futuro qual será a tendência deste meio de transporte.

Tal como noutros campos de projecto, como por exemplo o do sector automóvel, sector da moda, etc., estas propostas vanguardistas servem para identificar problemas e necessidades a solucionar e ao mesmo tempo apontar direcções para as quais tenderá futuramente a bicicleta (figuras 2 a 4).



Figura 2 – Modelo Bicy Monster, apresentado no concurso do ano 2000 promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan [2].



Figura 3 – Modelo Xtend, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria de bicicletas de Taiwan [2].



**Figura 4 – Modelo Biomega, desenvolvido em alumínio para utilização em terrenos acidentados [3].**

Hoje as tendências da bicicleta apontam para uma silhueta lateral mais compacta e frontal mais elegante. Os novos materiais e novas tecnologias permitiram que a bicicleta deixasse as formas rectilíneas para adoptar formas mais orgânicas e fluidas. Formalmente, a bicicleta espelha as novas orientações tomadas por parte dos designers e projectistas, como forma a responder às necessidades emergentes da sociedade.

Principalmente nestas duas ultimas décadas, a bicicleta tem sofrido uma rápida evolução, parte devido ao maior número de propostas diversificadas que vão surgindo. A realidade actual no panorama industrial velocipedico é diferente. A bicicleta deixou de ser vista unicamente como um simples meio de transporte ou uma brincadeira de criança, para passar a ser uma forma de intervenção e prevenção sobre os problemas que assolam as sociedades contemporâneas (figura 5).



**Figura 5 – Modelo Fluida, desenvolvido pelo designer Isao Osao, demonstra as novas preocupações e novos temas de trabalho que giram à volta da bicicleta. Esta proposta é uma reflexão sobre as actuais condições da circulação dentro dos perímetros urbanos, pretendendo ser uma forma de convidar as populações a utilizar outras formas de transporte alternativos, como forma a melhorar a mobilidade dentro das cidades [4].**

As preocupações ecológicas, ambientais, de preservação e aproveitamento de recursos, o crescimento e desenvolvimento sustentados, proporcionaram o aparecimento de novos conceitos, novas propostas, que espelham novas preocupações com que se debate a sociedade contemporânea. Projectar uma bicicleta deixou de ser meramente um exercício estilístico ou matemático, passando a ter em conta questões sociais, ambientais, ecológicas, sendo o acto de projectar uma bicicleta, uma tomada de posição sobre essas mesmas questões de interesse geral das populações.

A bicicleta, na actualidade, não assume o papel da solução, mas sim de ferramenta que pode contribuir e ajudar a resolver algumas das preocupações identificadas. Alguns modelos, como o caso das bicicletas eléctricas e dos modelos desenvolvidos especificamente para a realidade citadina, representam já propostas e soluções no sentido de melhorar gradualmente os problemas proporcionados pelo exagero da circulação e utilização do transporte automóvel (figura 6).



**Figura 6 – Modelo de bicicleta eléctrica, destinado à utilização em tráfego urbano. Modelo desenvolvido para fazer face aos problemas de trânsito nas cidades. A motorização da bicicleta permite ultrapassar com maior facilidade terrenos mais inclinados ou ajudar aquando o cansaço não permite pedalar [5].**

A mudança de filosofia e de perspectiva em torno da bicicleta ajudou a que a sua evolução fosse muito mais rápida e mais madura, acrescentando ao projecto e ao resultado projectado, uma maior responsabilidade pelas consequências que podem ter no quotidiano do Homem.

A mutação que a bicicleta sofreu nos últimos tempos, e continua a sofrer, tem a sua face visível nas propostas altamente tecnológicas que vão emergindo, quer seja em propostas exequíveis actualmente ou em conceitos apresentados que num futuro próximo poderão ser materializados (figura 7).



**Figura 7 – Modelo ETSX – 70, desenvolvido recorrendo à tecnologia empregue nos automóveis de competição da Fórmula 1. Com o quadro em alumínio, este modelo, utiliza suspensões traseiras baseadas no mesmo princípio das suspensões dos automóveis de competição F1 [6].**

A aptidão por parte dos criadores por este campo projectual é nitidamente influenciada pelos novos materiais, novas tecnologias e novas perspectivas, que caracterizam o actual estado da indústria velocipédica. Não será estranho por isso que actualmente proliferem em grande quantidade propostas de novos modelos de bicicleta, uns mais conservadores, outros mais arriscados, mas todos no sentido de explorar uma nova tendência liberal sobre a bicicleta e seus atributos funcionais, conceptuais e formais.

A perda da rigidez geométrica por parte da bicicleta permitiu que a sua forma seja mais diversificada. A utilização de materiais compósitos e materiais plásticos, proporcionou à bicicleta novas formas mais complexas, deixando de ser única e simplesmente rectilínea. A forma da bicicleta está, neste momento, mais dependente da capacidade criativa do designer do que propriamente dos estereótipos formados em torno da bicicleta.

Actualmente o interesse de projectar uma bicicleta é abordado como um exercício muito interessante. Algumas escolas nos seus programas da disciplina de projecto lançam exercícios no intuito de se desenvolverem novos conceitos sobre a bicicleta. Regra geral surgem inúmeras propostas diferentes de novos e revolucionários modelos que abordam conceitos inovadores, confirmando o desenvolvimento ao nível do projecto que a bicicleta tem sofrido ao longo dos últimos anos.

Com as novas tendências e novas possibilidades da bicicleta, começam também a surgir concursos de novas propostas de bicicletas lançados por marcas, associações industriais do ramo e outras entidades no sentido de promover a actividade de projecto deste tipo de matéria e verificar novos campos, novas tendências e novos conceitos que poderão definir qual a orientação futura deste meio de transporté (figuras 8 a 19).



Figura 8 – Modelo Antelope de todo-terreno, apresentado no concurso de 1996 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 9 – Modelo Waif concebido na sua totalidade em plástico. Apresentado no concurso de 1998 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 10 – Modelo Relax, apresentado no concurso de 2001 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 11 – Modelo Yak, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 12 – Modelo City Glider, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 13 – Modelo Egypt, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 14 – Modelo Freshwend, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria da especializada de Taiwan [7].



Figura 15 – Modelo Orangenius, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 16 – Modelo Pretty, apresentado no concurso de 2000 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 17 – Modelo de bicicleta inclinada Raptor, apresentado no concurso de 1999 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

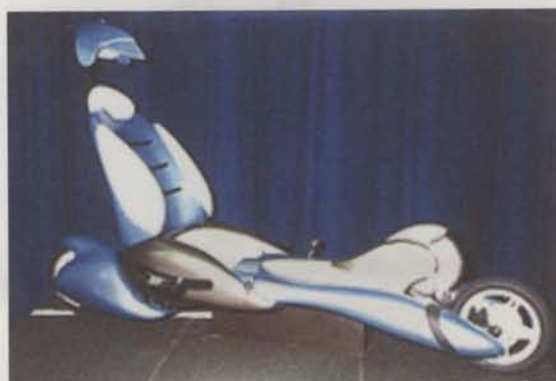


Figura 18 – Modelo de bicicleta inclinada Soft Bike, apresentado no concurso de 1997 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].



Figura 19 – Modelo Leonardo, apresentado no concurso de 1999 promovido pela indústria especializada de Taiwan [7].

Actualmente a liberalização formal da bicicleta permite que novos conceitos e novas versões deste meio de transporte comecem a surgir como forma de resposta a novas necessidades e novas realidades na mobilidade das populações. Bicicletas destinadas à família, bicicletas com diferentes mecanismos de accionamento da transmissão, bicicletas para incapacitados de utilizar os modelos comuns, etc., começam a emergir no mercado como forma a colmatar

lacunas e necessidades que, actualmente com novas capacidades tecnológicas, respondem com eficácia. Para isso os modelos de bicicleta especializam-se e diferenciam-se formalmente dos demais, tentando melhorar aspectos até aqui não abordados pela bicicleta. Estes modelos, por vezes, dificilmente se assemelham à ideia generalizada e interiorizada do que é uma bicicleta.

A mutação que actualmente a bicicleta está a sofrer começa a ganhar contornos pouco definidos dos limites da bicicleta. A proliferação de bicicletas accionadas electricamente permitiu aproximar a bicicleta a outras formas de mobilidade motorizadas, sendo cada vez mais ténue a linha que separa a bicicleta destes. Se bem que em alguns casos a bicicleta seja facilmente identificável, apesar de motorizada, outros casos começam agora a emergir que não é tão notório a sua linha delimitadora. Disso são exemplo alguns modelos eléctricos que tal como a bicicleta pretendem facilitar e melhorar a mobilidade das populações, principalmente dentro dos perímetros urbanos (figuras 20 e 21).



**Figura 20 – Modelo Mantis accionado electricamente. Este modelo foi pensado para as deslocações dentro da cidade, permitindo rebater para arrumar [8].**



**Figura 21 – Trotinete eléctrica accionada com o baloiçar do corpo no sentido do movimento que se pretende efectuar [9].**

A situação actual da bicicleta é o reflexo da liberalização que esta tem vindo a sofrer nestas ultimas décadas. No imediato essa transformação é percebida nas formas livres e espontâneas que caracterizam a bicicleta, mas numa análise mais aprofundada pode-se constatar que a grande transformação da bicicleta está a ocorrer nos novos conceitos, novas aplicações e novas funções que a começam a caracterizar. À liberdade formal seguiu-se a liberdade de aplicações e de utilizações, a bicicleta começou-se a interessar por campos que até aqui lhe eram ignorados. Bicicletas para minorias, como no caso dos modelos para incapacitados, bicicletas para uma utilização específica e meramente urbana, bicicletas para utilização em terrenos montanhosos, etc., fizeram que a ideia estereotipada da sociedade perante a bicicleta fosse alterada, sendo o conceito de bicicleta entendido pela sociedade muito mais abrangente. Tal como os casos atrás mencionados, também as recentes tendências motorizadas permitem evoluir e alargar o campo da velocipedia para outros patamares. O conhecimento do mundo da bicicleta implica agora uma compreensão mais complexa e mais abrangente do seu universo, não sendo entendida como um simples processo mecanizado que permite ao homem, através dos seus recursos físicos, accionar e movimentar em seu proveito.

Serão estas novas tendências da bicicleta uma viragem radical no seu percurso, ou serão apenas mais um patamar a cumprir na já longa historia deste meio de transporte?

## **Referências**

- [1] – In página www [<http://www.shimano-europe.com>]. 22 de Agosto de 2003.
- [2] – In página www [[http:// design.runride.com](http://design.runride.com)]. 16 de Abril de 2003.
- [3] – In página www [<http://www.superform-aluminium.com>]. 21 de Agosto de 2003.
- [4] – In página www [<http://www.fluida.it>]. 29 de Maio de 2003.
- [5] – In página www [<http://www.usa-bike.com>]. 22 de Agosto de 2003.
- [6] – In página www [<http://www.bikes.com>]. 21 de Agosto de 2003.
- [7] – In página www [<http://runride.com>]. 16 de Abril de 2003.
- [8] – In página www [<http://www.citymantis.com>]. 21 de Agosto de 2003.



## **7.1 – Introdução**

A integração de uma proposta de projecto dentro do âmbito da dissertação de mestrado foi desde início um desafio encarado com grande entusiasmo e seriedade, assumindo também a diferença em desenvolver um trabalho direccionado a uma área científica diferente de outras convencionais.

O design, como actividade, sugere desde logo no desenvolvimento de propostas praticas, daí a importância, em nosso ver, em desenvolver uma proposta de projecto, integrada na parte teórica da dissertação, perspectivando a possibilidade de materializar a proposta desenvolvida.

Um dos anseios e directrizes iniciais era o de desenvolver uma proposta que, integrada na dissertação, pretendesse ser uma reflexão sobre as abordagens teóricas efectuadas ao longo da componente teórica do trabalho.

A aplicação e utilização de processos, mecanismos e metodologias inerentes ao processo de design industrial, foram apoiados pelo desenvolvimento teórico anteriormente abordados nos primeiros capítulos.

O desenvolvimento do processo teve como principio o de trabalhar uma proposta que, para além de ser uma reflexão sobre os temas abordados anteriormente, fosse, ao nível da qualidade de projecto, uma mais valia e uma nova perspectiva sobre a amplitude de acção da bicicleta, enquadrando-a dentro de uma linguagem contemporânea comum no âmbito das tendências e orientações futuras da bicicleta.

## **7.2 – Estratégia de projecto**

O iniciar de um processo de Design Industrial, passa impreterivelmente pela definição de uma posição a adoptar perante o projecto, expressa na elaboração de uma estratégia de projecto e pelo desenvolvimento de um conceito que seja uma directriz orientadora de todas as fases e etapas que compõem o processo de Design Industrial.

Antes de qualquer tomada de posição, a necessidade de definir uma estratégia de projecto é importante na medida em que se começa a estruturar todo o processo e balizar resultados finais a obter. Este procedimento é igualmente importante como forma a convergir sinergias das várias ciências agregadas directa e indirectamente ao normal desenrolar do processo de design, sintonizando tempos e ritmos de trabalho por parte dos seus interlocutores.

A estratégia adoptada neste processo implicou cinco factores:

- 1 – Desenvolver um conceito inovador e contemporâneo, dentro das problemáticas emergentes actualmente;
- 2 – Conceber um produto passível de ser executado segundo as capacidades da indústria actual;
- 3 – Desenvolver um resultado final enquadrado nas tendências actualmente perspectivadas para o futuro da bicicleta;
- 4 – Desenvolver uma proposta evoluída ergonomicamente que permita uma bicicleta confortável e adaptada ao indivíduo que a vai utilizar;
- 5 – Obter um resultado não nocivo ao meio ambiente.

### **7.3 – Conceito**

O conceito deste projecto enquadra-se dentro de uma das problemáticas actuais como é o caso da mobilidade sustentada.

A elaboração do conceito permitiu direccionar e gerir todo o projecto tendo em atenção as directrizes preconizadas.

Assim, o conceito desenvolvido baseou-se em seis pontos essenciais:

- 1 – A analogia entre a bicicleta e uma ponte;
- 2 – Ergonomia;
- 3 – Rentabilidade de espaços;
- 4 – Circulação urbana;
- 5 – Facilidade de transporte;
- 6 – Acessórios normalizados;

No intuito de facilitar a materialização do conceito, foram desenvolvidas as seis directrizes, atrás mencionadas, que orientaram todo o processo.

A **analogia entre a bicicleta e a ponte** permite realçar a importância da ponte no acesso entre duas margens, uma de cada lado, com o que acontece com a bicicleta, que permite a ligação entre a origem e o destino. Por outro lado, como ambas são estruturas, esta analogia permite aplicar aspectos característicos da ponte e dar-lhes uma nova expressão sob a forma de bicicleta, retirar a linguagem característica de uma ponte elementos que possam ser aplicados no desenvolvimento de uma bicicleta (figura 1).



Figura 1 – A bicicleta como uma ponte, que une dois espaços distintos: a origem e o destino [1].

**Ergonomia.** A bicicleta como objecto com grande cumplicidade ergonómica para com o seu utilizador deve ser pensada de forma a resolver os problemas ergonómicos que ocorrem com a sua utilização.

Neste projecto a ergonomia reflecte-se em duas vertentes: o acompanhamento da evolução da criança e a adaptação a várias estaturas quer seja de utilizadores mais novos, ou de adultos (figura 2). A bicicleta flexível ao ponto de se adaptar ao ciclista em detrimento de ser este que

tenha que fazer um esforço suplementar em se adaptar a bicicleta, o que em termos ergonómicos é errado.



Figura 2 – A adequada adaptação entre bicicleta e ciclista. A bicicleta correspondente “à medida do seu utilizador” [2].

**Rentabilidade de espaços.** Os espaços domésticos e de transporte destinados à bicicleta são cada vez mais exíguos. A necessidade em rentabilizar os espaços dentro dos espaços implicou grandes transformações no campo arquitectónico, com prejuízo para outras funções de apoio à vida doméstica. Um desses casos é o do espaço de arrumos, que é frequentemente utilizado para guardar a bicicleta. Com a política minimalista e de rentabilização de espaços corrente nos dias de hoje, a bicicleta deve ser pensada segundo uma nova realidade, a de ocupar o mínimo espaço possível quando arrumada (figura 3).



Figura 3 – O aproveitamento de espaço, rentabilizando recursos. A bicicleta como interprete das novas necessidades [3].

**Circulação Urbana.** O desenvolvimento de uma bicicleta destinada à circulação urbana deve-se às novas problemáticas provenientes da mobilidade sustentada, uma das preocupações mais actuais. O problema do tráfego, de circulação dentro dos espaços urbanos e a forma como a bicicleta poderá intervir no sentido de melhorar as condições de mobilidade nos espaços actualmente sobrelotados deve ser uma preocupação de projecto (figura 4).

#### 1.4 - Proveniência

O desenvolvimento de soluções inovadoras, partindo de diretrizes gerais de projeto.

O desenvolvimento de soluções inovadoras, partindo de diretrizes gerais de projeto.

Os resultados finais do projeto são apresentados, que permitem a avaliação e a validação de uma forma.

Um processo de desenvolvimento de soluções inovadoras, partindo de diretrizes gerais de projeto. Este processo é transformado, numa solução que permita a validação de uma forma. A solução apresentada é baseada em princípios gerais de projeto, com um foco na funcionalidade, com um foco na funcionalidade, com um foco na funcionalidade.

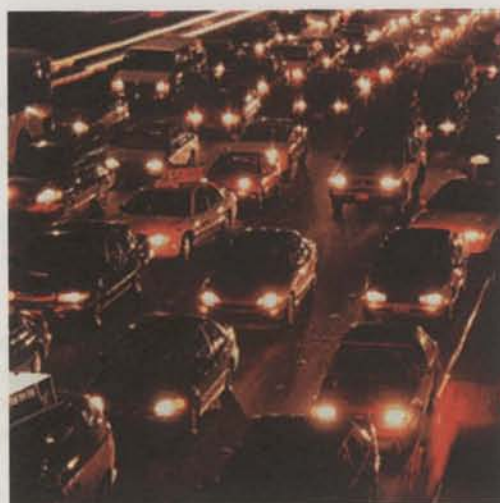


Figura 4 – O congestionamento dos espaços de circulação e a forma como a bicicleta poderá ser uma das várias soluções a minimizar o efeito da superlotação das vias de circulação [4].

**Facilidade de transporte.** Novas utilizações da bicicleta e o reaproximar da sociedade a este tipo de transporte implica novas exigências de transporte, nomeadamente na vertente do lazer ou numa vertente mais utilitária, como é o caso da utilização da bicicleta nas deslocações diárias. A facilidade em fazer transportar este veículo implica na bicicleta alterações que podem ser profundas ao nível da concepção e da estrutura do veículo (figura 5).

podem, em certos casos, ser utilizados para transportar cargas, com a necessidade de serem cada vez mais aproveitados.

A postura como design de soluções inovadoras de projeto, com um foco na funcionalidade, com um foco na funcionalidade, com um foco na funcionalidade.



Figura 5 – Os espaços de carga nos transportes cada vez menores, com a necessidade de serem cada vez mais aproveitados. A bicicleta como forma de resposta a essas necessidades [5].

**Acessórios normalizados.** Desenvolvimento de um conceito inovador, mas com aplicabilidade industrial. Uma mais valia projectual condicionada pelos constrangimentos industriais da época. Por outro lado, a manutenção de acessórios estandardizados na proposta ajudam na legibilidade e interpretabilidade do projecto. A bicicleta entendida como uma mais valia, um passo a frente, mas com aplicabilidade imediata.

## **7.4 – Propostas**

O desenvolvimento de várias soluções permitiram a evolução dos conceitos supra mencionados, partindo de ideias iniciais até à obtenção de soluções satisfatórias, segundo as directrizes iniciais de projecto.

O desenvolvimento de uma proposta deste carácter revelou-se extremamente complexo e trabalhoso, deparando ao longo de todo o processo com inúmeras barreiras que foram resolvidas e solucionadas.

Os intuitos iniciais da proposta, parecendo extremamente acessíveis de concretizar, foram desde logo confrontados com inúmeros problemas, de complexidade variada, desde soluções que tornavam a solução extremamente complexa, até situações em que as tomadas de posição poderiam, de uma forma ou de outra, por em questão as iniciais bases e directrizes de projecto.

Um processo de design industrial é desde logo um desafio que implica a resolução de problemas que aparentemente podem ser mais ou menos complexos, mas que devem ser encarados da mesma forma, independentemente do grau de dificuldade do desafio em questão. Este projecto, de complexidade elevada, tinha o propósito de aparentemente ser transformado numa resolução visualmente simples escondendo toda a complexidade que permitira a obtenção de um resultado que fosse ao encontro do estabelecido em fase de ante projecto. A leitura pretendida para a solução encontrada e a desenvolver deveria por em questão determinadas características normalmente tidas como garantidas na bicicleta, quer em termos funcionais, quer em termos estruturais.

Além de uma parte meramente técnica, este projecto visa explorar uma vertente subjectiva e pouco explorada neste tipo de veículo como é o caso das emoções. A emoção da primeira bicicleta, das primeiras dificuldades superadas, das acrobacias e capacidades técnicas de cada um, das velocidades atingidas, do controlo da bicicleta em situações de risco, da companhia de muitas horas de pedalada, ... , são tudo emoções que ligam o ciclista à sua bicicleta e que não podem, em nosso entender, ser ignoradas. Assim, a componente emotiva neste projecto tenta manifestar o desejo de transpor para um exercício de grande compreensão técnica, outros valores que vão muito além do visível e do palpável.

A postura como designer, em nossa opinião, deve explorar e evidenciar muito mais do que a leitura imediata do projecto, deve ser um acrescentar de valores e de outras capacidades que tornem o trabalho valorizado, deixando de ser meramente qualificado pelo aspecto material, mas conotá-lo com outro tipo de valores que actualmente escasseiam nas propostas apresentadas à sociedade contemporânea.



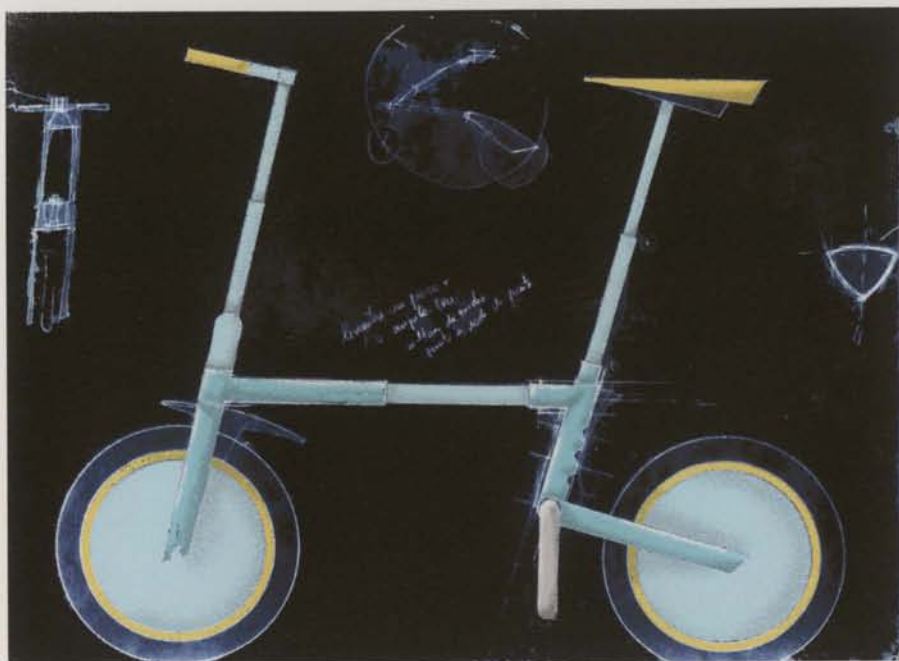
Figura 7 – [Illegible text describing the image]



**Figura 6 - PROPOSTA 1** – Modelo de bicicleta extensível, adaptando-se a vários tamanhos. Recolhida a bicicleta permite a utilização de crianças. Um sistema de dobragem, juntamente com a capacidade telescópica permite que seja compactada facilitando o seu transporte em pequenos espaços de carga, quer seja na mala de um carro, quer seja num meio de transporte público. O seu reduzido tamanho e a utilização de rodas de pequeno diâmetro facilitam a utilização na complicada circulação urbana. Ergonomicamente, a posição do ciclista mantém a mesma postura da bicicleta tradicional. A analogia à ponte permite uma estrutura visualmente simplificada e compreensível. Rodas de 16 polegadas e acessórios standardizados.



**Figura 7 - PROPOSTA 2 (1ª versão)** – Bicicleta extensível, baseada em tecnologia normalmente utilizada na concepção da bicicleta tradicional recorrendo a tubos de secção circular. Tal como a primeira proposta, permite a dobragem e a compactação da estrutura para facilitar o seu transporte. Ergonomicamente idêntica à bicicleta tradicional. O sistema de direcção baseado numa coluna de direcção extensível e inclinável, para permitir compactar toda a estrutura. Pequenas dimensões facilitam a sua utilização no tráfego urbano. Rodas de 16 polegadas e acessórios standardizados.



**Figura 8 - PROPOSTA 2 (2ª versão)** – Proposta idêntica à segunda, apenas mantendo constante os ângulos do quadro, mesmo quando o tubo central for recolhido.



**Figura 9 - PROPOSTA 2 (3ª versão)** – Idêntica à segunda proposta, apenas varia no sistema de direcção e no tubo de selim. A direcção de coluna dupla permite a compactação da estrutura baseada num sistema telescópico de recolha da direcção. O tubo de selim ao ser descentrado relativamente ao eixo do centro pedaleiro permite uma maior recolha do tubo de selim.



**Figura 10 - PROPOSTA 3 (1ª versão)** – Bicicleta extensível, baseada na simplificação estrutural, com quadro telescópico, direcção e selim retrateis. Sistema de direcção de coluna de um tubo. A utilização de um sistema de dobradiça permite acondicionar melhor a bicicleta. A facilidade de transporte é conseguida pela possibilidade de compactar a estrutura e pela pega resultante do pequeno espaço de carga criado. A pequena dimensão facilita a sua utilização no tráfego citadino. Rodas de 16 polegadas e acessórios estandardizados.



**Figura 11 - PROPOSTA 3 (2ª versão)** – Proposta idêntica à 1ª versão, variando o sistema de direcção (duplo tubo de coluna) e o sistema de selim suspenso (consola).



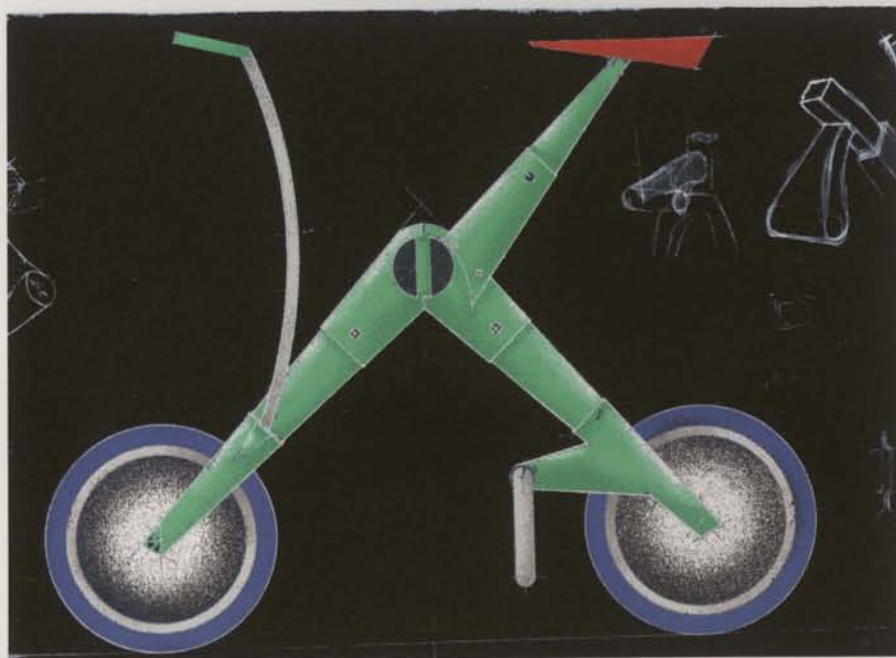
**Figura 12 – PROPOSTA 4** – Bicicleta para circulação urbana, explorando uma imagem mais robusta, mais apelativa a todo-o-terreno. Estrutura telescópica. Direcção baseada em duplo tubo de coluna retráctil. Sistema de selim suspenso (consola). As reduzidas dimensões facilitam a utilização urbana. Rodas de 16 polegadas e acessórios standardizados.



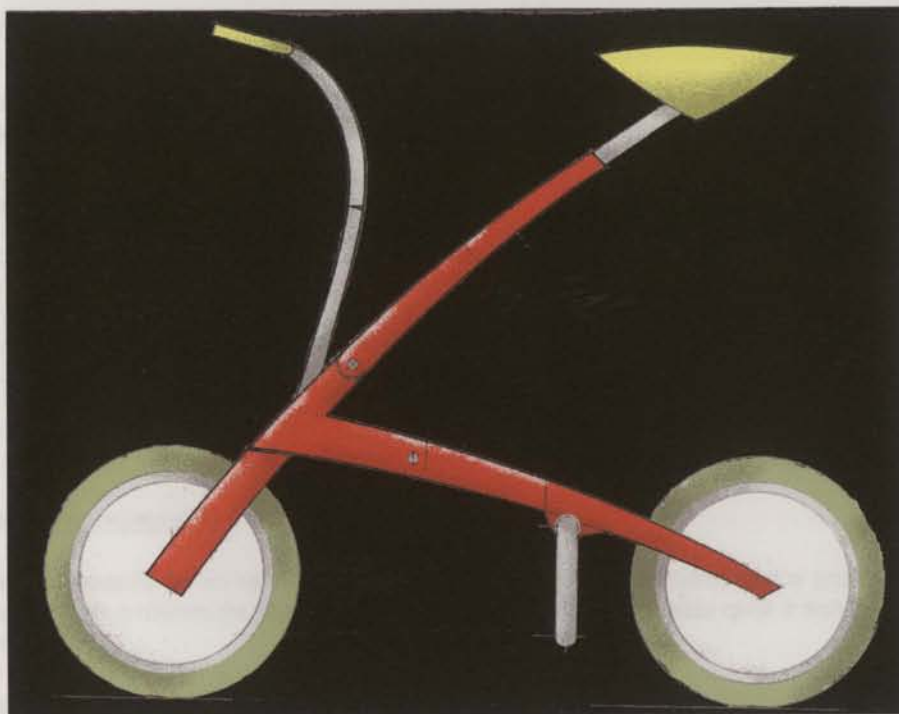
**Figura 13 – PROPOSTA 5** – Bicicleta extensível com quadro telescópico. Sistema de direcção e tubo de selim com sistema telescópico. Pequeno espaço de carga com função de pega para quando o quadro estiver totalmente compactado, facilitando o seu transporte. De pequenas dimensões, roda 16 polegadas, para a melhor circulação urbana. Acessórios standardizados.



**Figura 14 - PROPOSTA 6** – Bicicleta extensível com quadro telescópico e rebatível para regular altura de selim. Selim suspenso (consola) e sistema de direcção retráctil. Utilização urbana facilitada pelas reduzidas dimensões do veículo. O sistema de dobradiça permite ao quadro melhor compactação para arrumos e transporte. Roda de 16 polegadas e utilização de acessórios estandardizados.



**Figura 15 - PROPOSTA 7** – Bicicleta extensível com quadro em sistema telescópico e rebatível. Sistema de direcção retráctil e sistema de regulação de selim telescópico. A simplificação estrutural pretende ser uma imagem directa do conceito de ponte. Pega para transporte da bicicleta. Roda de 16 polegadas e acessórios estandardizados.



**Figura 16 - PROPOSTA 8** – Bicycleta extensível, com quadro telescópico e rebatível. Sistema de direcção retráctil. Selim suspenso e regulável pela inclinação do tubo diagonal superior e pela regulação do espigão de selim. A tentativa de explorar a simplicidade estrutural de algumas pontes foi aplicada no intuito de adequar, em termos de dimensões, a bicycleta ao tráfego citadino. Rodas de 16 polegadas e acessórios estandardizados.



**Figura 17 - PROPOSTA 9** – Bicycleta extensível. Quadro extensível e rebatível permitindo adequar em termos ergonómicos a bicycleta ao seu utilizador. O sistema de direcção é incorporado no quadro permitindo com isso regular o comprimento do quadro e ajustar as medidas para o tronco, tal como acontece com a regulação da cota de selim, com repercussões directas na altura da bicycleta. Apesar da maior complexidade deste sistema, esta solução

permite incluir num só tubo do quadro ambos sistemas, o de direcção e o de regulação da cota de selim.

A simplicidade estrutural, influenciada pela linguagem característica de algumas pontes analisadas, permite reduzidas dimensões da bicicleta, facilitando a circulação em meio urbano.

O sistema de charneira existente no quadro permite dobrar a bicicleta, com proveito na arrumação e na facilidade de transporte.

A utilização de rodas de 16 polegadas permite, em conjunto com a flexibilidade estrutural obtida pelo sistema telescópico do quadro, uma melhor adequação como resposta aos mais variados tamanhos do ciclista, seja ele adulto ou mais jovem. Utilização de material estandardizado permite a viabilização industrial do projecto, necessitando apenas de conceber um novo guiador.

## **7.5 – Desenvolvimento**

O desenvolvimento de variadas propostas permitiu questionar, comparar e analisa-las de forma a identificar o mérito de cada solução e perceber entre elas qual a solução de melhor qualidade.

Após seleccionado o conceito para o desenvolvimento da proposta de bicicleta, foram analisados e comparados variados modelos com características semelhantes ao conceito elaborado, no intuito de extrair ilações e retirar aspectos positivos e negativos na análise efectuada.

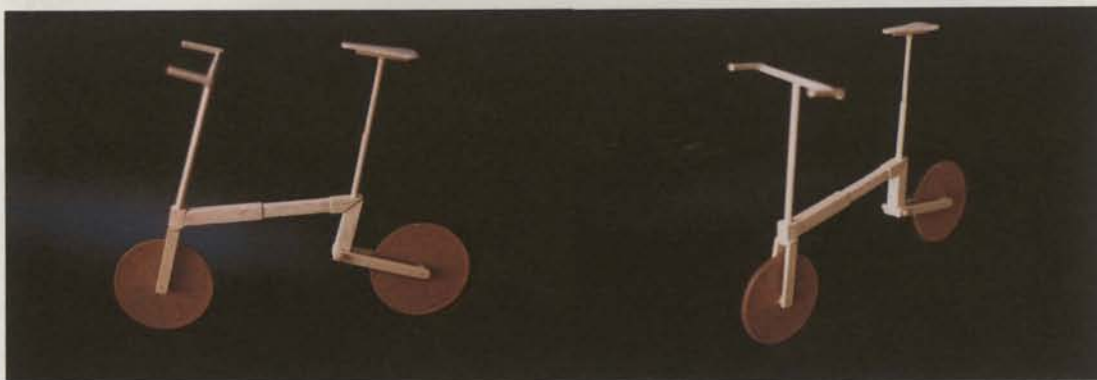
Durante o desenvolvimento da proposta foram surgindo algumas barreiras na implementação de uma solução que fosse tão abrangente, ao ponto de responder ao ciclista adulto e ao ciclista mais jovem, como o caso de uma criança que dá as suas primeiras pedaladas. Assim, na impossibilidade de fazer coabitar todas as vertentes do conceito inicial, optou-se por dividir o conceito em duas propostas, não devendo estas ser encaradas como idênticas, mas sim como complementares segundo os propósitos iniciais do projecto.

Após exaustiva pesquisa de acessórios existentes no mercado nacional, foram detectados entraves importantes para o desenvolvimento do projecto tais como: dificuldade em conseguir aros no tamanho desejado (16 polegadas) que permitisse conceber um modelo mais compacto; dificuldade em conseguir acessórios mais vocacionados para bicicletas citadinas, como o caso dos cubos com mudanças e travão internos; ...; mas sobretudo, o mais importante, foi a dificuldade em conseguir crenques que respondessem ergonomicamente ao ciclista adulto e ao ciclista mais jovem. Este factor seria preponderante na tomada de posição em desenvolver dois modelos para estas duas tipologias de ciclistas, uma vez que, baseado nos princípios do conceito, não é possível incluir um crenque existente no mercado que satisfaça as exigências ergonómicas destes dois tipos de ciclistas. A aplicação desta peça iria resultar na inadaptação de pelo menos um deles, uma vez que a medida do referido acessório não satisfaria as exigências ergonómicas relativamente aos ângulos das pernas durante o acto de pedalar.

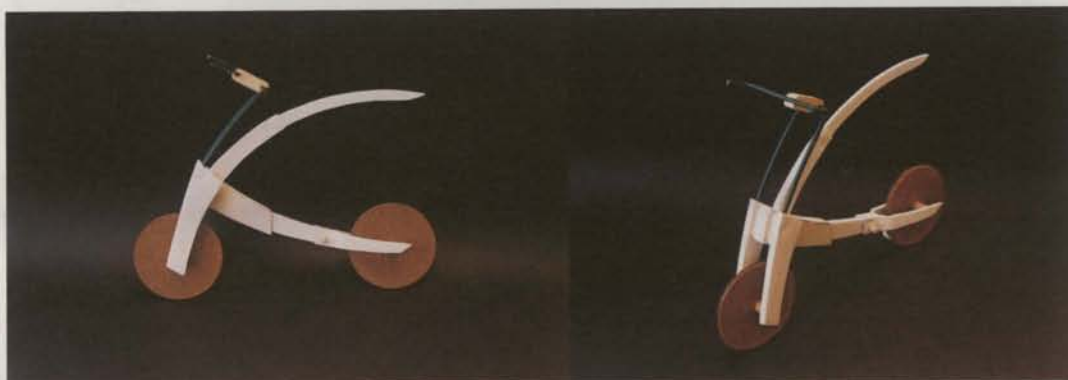
A necessidade de obter reacções ao projecto conduziu à materialização de algumas das propostas em maquetas tridimensionais à escala, de forma a poder colher opiniões e daí poder tirar conclusões provenientes da opinião de pessoas que, por não terem qualquer relação ao projecto poderiam apresentar uma visão não tão próxima e tão emotiva, como das pessoas implicadas directamente no mesmo. Além disso, o simples facto de materializar à escala algumas das propostas permitiu igualmente uma observação diferente e mais completa das reais capacidades dos modelos construídos, visualizando e manuseando os modelos de maneira a melhor analisar e interpretar as potencialidades das diferentes propostas. Neste caso, a construção de maquetas (figuras 18-20), apesar de demorada, foi compensada pela análise mais aprofundada que estes modelos permitiram efectuar.

A realização deste tipo de elementos tridimensionais, pela relativa importância que adquirem no processo global, foram construídas com materiais de fácil corte e moldação e sendo de uso

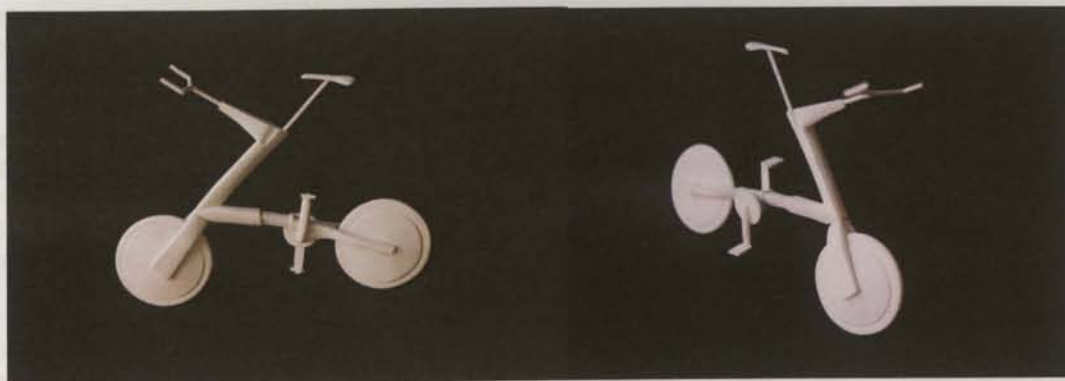
corrente na realização de maquetas de produtos. Para concretizar estas maquetas foram utilizados materiais como o cartão pluma, arame, betume acrílico, platex, cavilhas para madeira, chapas e perfis de balsa e também placas de poliestireno.



Figuras 18A e 18 B – Maqueta de estudo e análise de uma das soluções desenvolvidas. Maqueta em platex e balsa.



Figuras 19A e 19B – Maqueta de estudo e análise de uma das soluções desenvolvidas. Maqueta construída em cartão pluma, platex, balsa e arame.



Figuras 20A e 20B – Maqueta de estudo e análise da proposta de projecto desenvolvida. Maqueta em poliestireno e balsa.

A análise às várias propostas foram feitas com base em modelos virtuais feitas usando um sistema de CAD, de forma a desenvolver com algum rigor e poder efectuar algumas alterações às propriedades dos modelos evoluídos de uma forma mais facilitada. Para o efeito utilizou-se as aplicações informáticas Studio V8 (Alias Wavefront) e Solidworks 2003 (Dassault Systems). A figura 21 ilustra o modelo virtual de parte do quadro da bicicleta concebida.

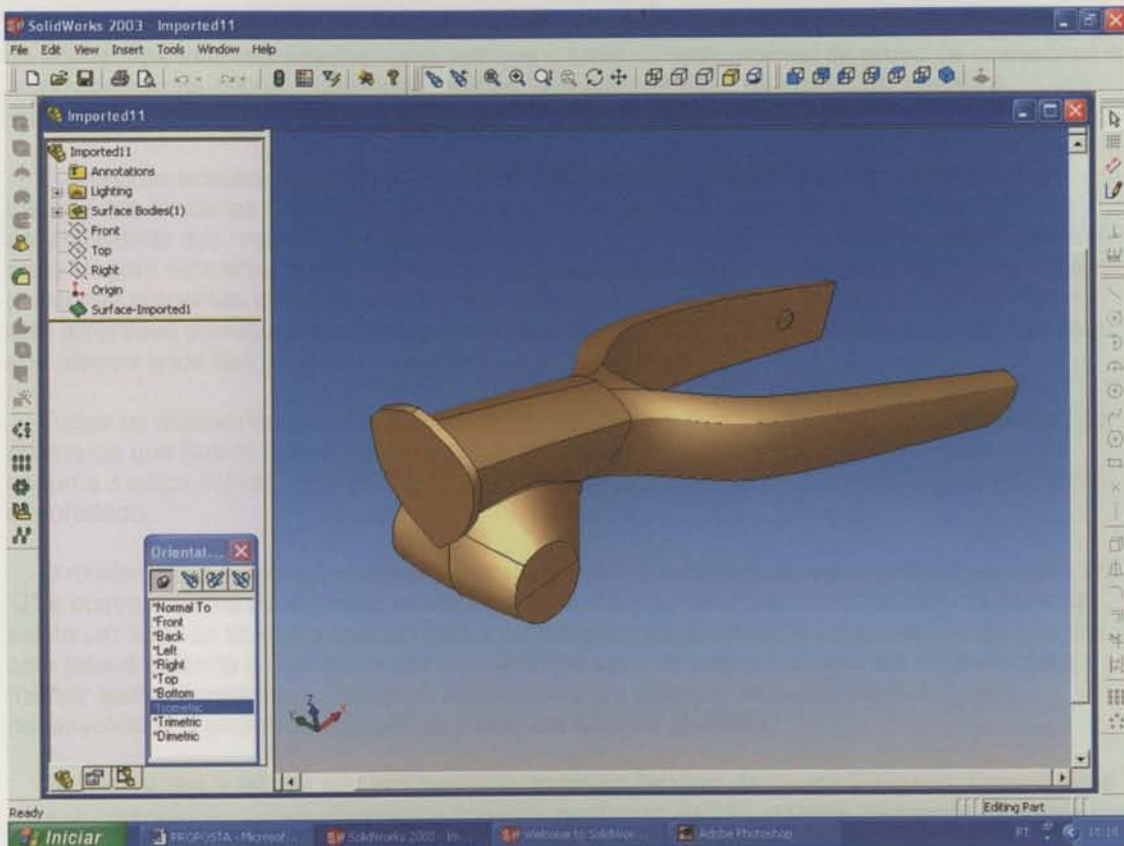


Figura 21 – Imagem da modelação parcial do quadro da bicicleta projectada para crianças.

Após o desenvolvimento formal, obtendo a solução anteriormente apresentada, houve a necessidade de resolver problemas técnicos inerentes à solução a evoluir. Os desenhos rigorosos de ambos modelos permitiram a identificação de problemas e solucionar questões que viabilizassem a ideia. As definições do eixo pedaleiro relativamente à roda de trás, a resolução do tubo diagonal, fazendo ai coabitar o sistema de direcção e de selim, a solução do sistema de direcção e a sua ligação ao guiador, foram mais facilmente solucionadas após vários desenvolvimentos do modelo de CAD.

A determinação dos vários elementos que compõem a bicicleta foi obtida recorrendo a medidas antropométricas efectuadas a um adulto e a uma criança. Tal facto deveu-se à falta de tabelas ergonómicas que referenciassem as medidas dos vários elementos do corpo humano, principalmente a medida do entre pernas, como referido por Bernard Hinault e já abordado no capítulo 4 sobre ergonomia. Assim, a posição a adoptar pelo ciclista será a posição idêntica à posição tradicional do mesmo sobre a bicicleta.

A idêntica posição adoptada sobre a bicicleta permitiu que o processo de determinação da colocação dos vários elementos que compõem a bicicleta fosse em tudo idêntica ao processo de construção de uma bicicleta baseado nos dados antropométricos, abordado no capítulo 4, sendo posteriormente interpretado consoante o conceito escolhido para desenvolver.

O resultado obtido tanto no modelo para crianças como no modelo para adultos tem alguns pontos comuns, variando nas exigências inerentes aos dois tipos de utilização e de solicitação que as bicicletas iram estar condicionadas.

O modelo de bicicleta para criança é composto por um quadro em compósito de carbono com forma de "Z" com sistema de direcção incorporado e sistema de rebatimento baseada numa dobradiça de alumínio. Os acessórios específicos pertencentes ao quadro são um guiador/avanço em tubo de alumínio e o espigão de selim igualmente em tubo de alumínio. Estes acessórios, juntamente com o quadro, foram os únicos a serem desenvolvidos

especificamente para o projecto, não sendo contrários ao preconizado no conceito (utilização de acessórios estandardizados) uma vez que o entendimento normal de grupo de acessórios é a composição de cubos, maxilas de travões, manetes de travões, crenques, pedais e mudanças.

O grupo de acessórios propostos para utilizar para este projecto, tal como acontece na maioria das bicicletas deste tipo, é composto por acessórios sem marca. O tamanho e especificidade dos mesmos e a sua qualidade não são atractivos para as grandes marcas de material para bicicletas, assim, os componentes que proliferam no mercado são concebidos por pequenas empresas que não aplicam qualquer tipo de referência nos seus produtos, sejam elas empresas portuguesas (como acontecia com a marca Vilar) ou mesmo as empresas que nos últimos anos têm localizado no oriente a sua produção.

Todos os acessórios são em aço cromado, sendo as rodas de 12 polegadas compostas por polímeros que fazem numa única peça o aro, raios e cubo, sendo o pneu concebido numa espuma maciça colada ao aro. O selim é composto por um polímero revestido com um tecido almofadado.

O modelo para adultos é composto por um quadro em compósito de carbono com forma em "Z" e com o sistema de direcção incorporado. No interior desta estrutura, no tubo transversal, existe um tubo de alumínio que permite o funcionamento do sistema extensível deste modelo. A este tubo é soldado a dobradiça em alumínio que permite a esta bicicleta ser dobrada para melhor acondicionamento. Tal como no modelo para criança, para este modelo foram desenvolvidos o guiador e espigão de selim em tubo de alumínio.

Os acessórios a utilizar são em alumínio do grupo Nexave da marca Shimano. Fazem parte da sua composição cubos dianteiro e traseiro, mudança de trás externa, mudança da frente, manetes de travão, travões em sistema consola, bloco do eixo pedaleiro, carreto tipo cassette de 9 velocidades com cremalheiras entre os 11 e os 26 dentes, crenques de 170 mm com dupla pedaleira e manetes de mudança. Além deste grupo, o modelo de adulto inclui pedais Shimano PD M324 que combina a situação do normal pedal de plataforma e o sistema SPD que possibilita a fixação do sapato ao pedal. As rodas são de 16 polegadas, sendo construídas sob pedido no número de furacão necessária para os raios.

O resultado final, quer numa ou noutra proposta, acaba por se encontrar dentro dos parâmetros inicialmente definidos para o projecto. A imagem proporcionada pela bicicleta é uma imagem contemporânea, fortemente alusiva à imagem de inspiração (ponte), tendo boa leitura, ou seja, é facilmente identificada com o tipo de produto desenvolvido: a bicicleta.

## 7.6 Modelos de criança e de adulto

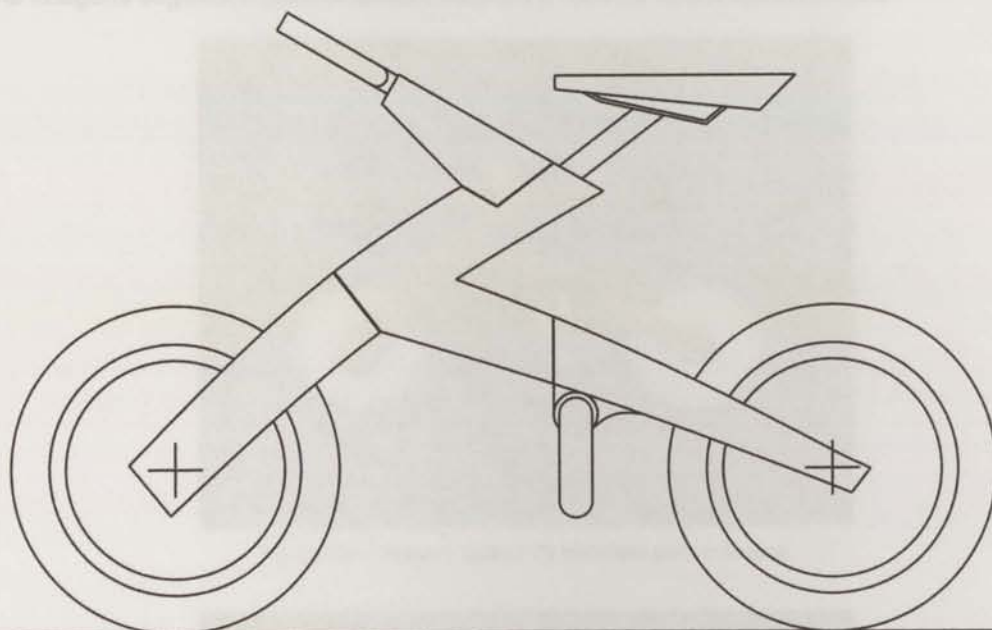


Figura 22 – Desenho do modelo para criança que serviu para desenvolver o modelo em termos formais, recorrendo para o efeito à aplicação informática AutoCad 2002.

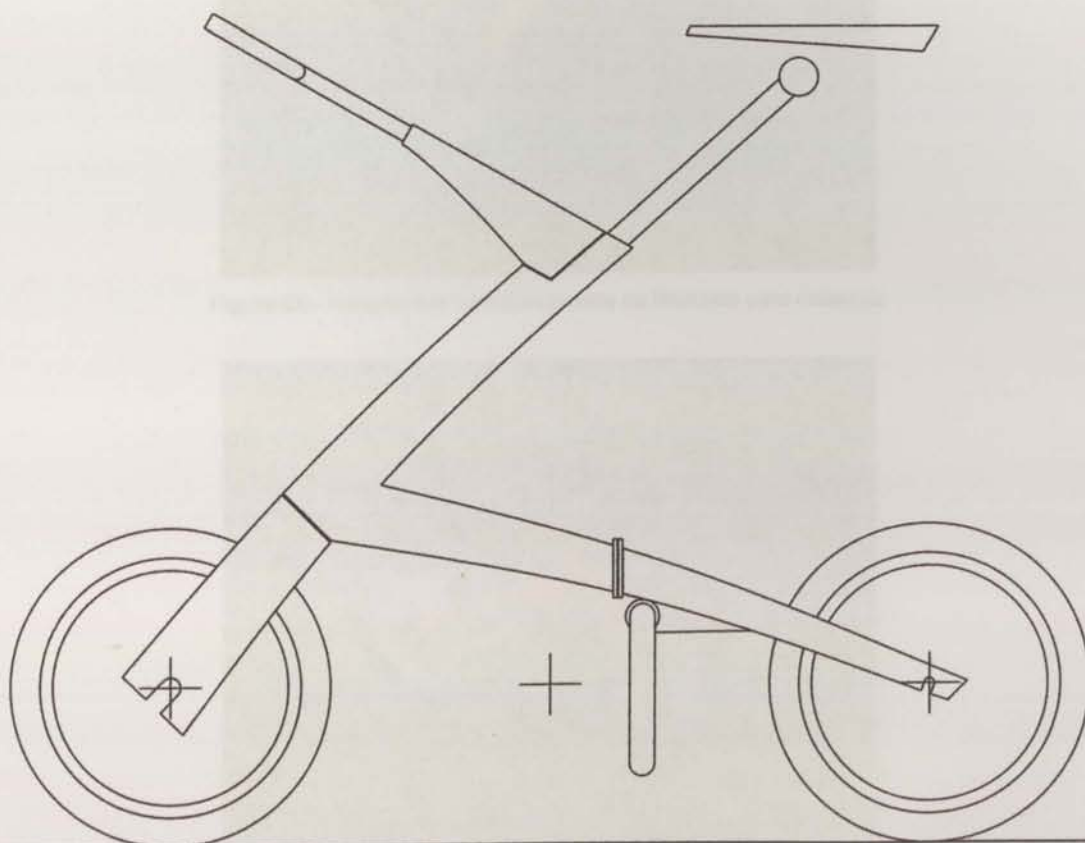


Figura 23 – Desenho do modelo para adulto que serviu para desenvolver o modelo em termos formais e funcionais, recorrendo para o efeito à aplicação informática AutoCad 2002.

## **7.7 - Foto-realismo**

As imagens seguintes (figuras 24-29) ilustram o modelo virtual desenvolvido.



**Figura 24 – Imagem lateral da bicicleta para crianças.**



**Figura 25 – Perspectiva lateral esquerda da Bicicleta para crianças.**



**Figura 26 – Perspectiva lateral direita da bicicleta para crianças.**

## 7.2 – Construção

Uma das primeiras  
etapas da construção

A construção de  
características do  
é priorizada para  
as qualidades mais  
objetivo de mostrar  
elementos com  
funcionamento correto  
para que se tenha  
representação de

Facendo uso de  
foram aprovadas  
polifunção de

Recomenda-se  
forma a obter a  
CAM PowerMill



Figura 27 – Perspectiva lateral traseira da bicicleta para crianças.

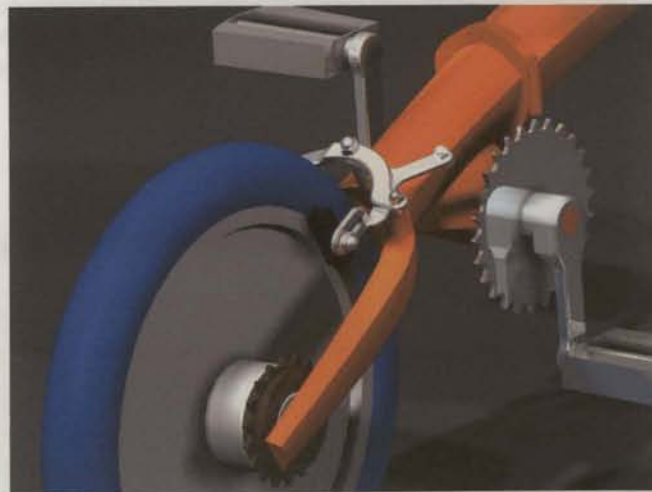


Figura 28 – Pormenor da roda traseira, travões e crenques.

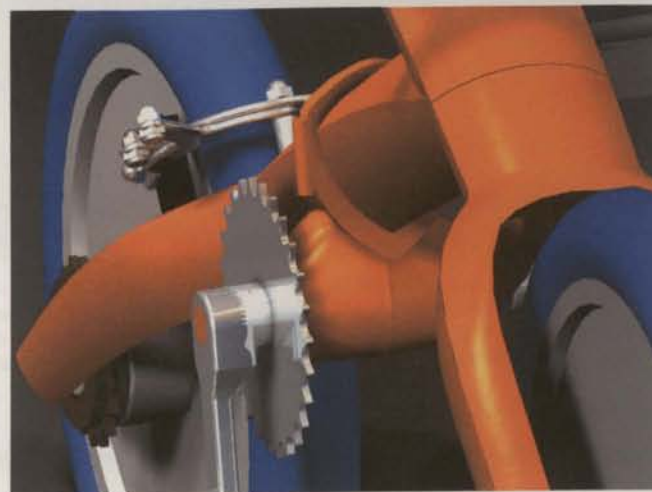


Figura 29 – Pormenor da frente da bicicleta, centro pedaleiro e travão da bicicleta para crianças.

## **7.8 – Construção do protótipo**

Uma das pretensões iniciais da proposta consistia em construir um modelo à escala real que fosse demonstrativo dos resultados obtidos.

A construção de um protótipo que represente, o mais fielmente, as capacidades e características do resultado do projecto, é a forma mais realística de representação daquilo que é preconizado para o produto final. Se bem que a construção deste protótipo não corresponde às qualidades materiais do projecto, o modelo construído, sendo ele semi-funcional, tem como objectivo demonstrar a amplitude da proposta evoluída, através da relação entre os seus vários elementos constituintes da proposta de bicicleta. O protótipo não pretende ver a sua funcionalidade correspondida no que respeita à possibilidade de ser utilizável segundo o fim para que foi criado, movimentar-se em cima da bicicleta, mas antes pretende ser somente uma representação do potencial da bicicleta desenvolvida.

Fazendo uso da modelação tridimensional efectuada para demonstração virtual da proposta, foram aproveitados esses mesmos ficheiros para executar a forma da estrutura principal em poliuretano de baixa densidade, que confere a forma e corpo principal da bicicleta.

Recorrendo a tecnologia de fresagem por CNC, blocos de poliuretano foram maquinados de forma a obter a configuração do quadro (figura 30). Para o efeito utilizou-se um sistema de CAM Powermill (Delcam plc, Birmingham, Reino Unido).

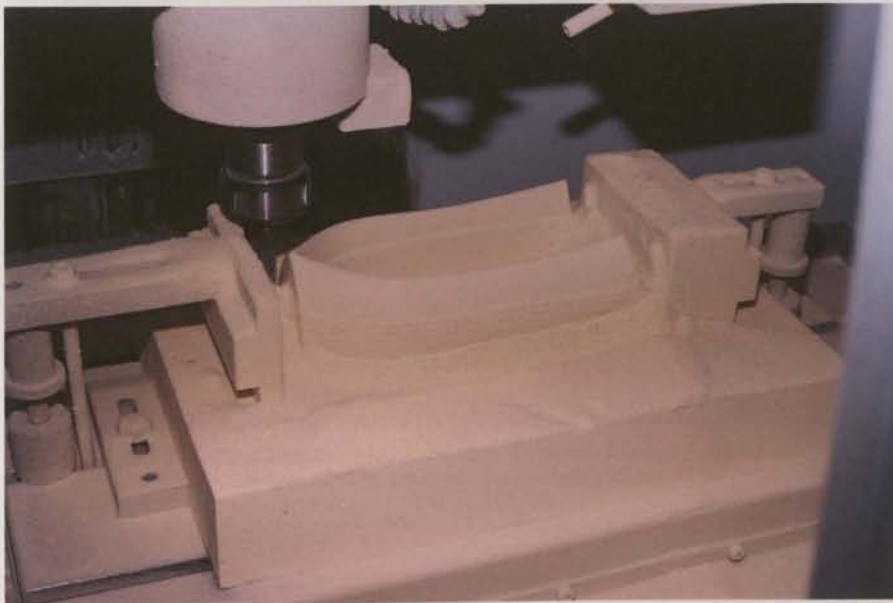
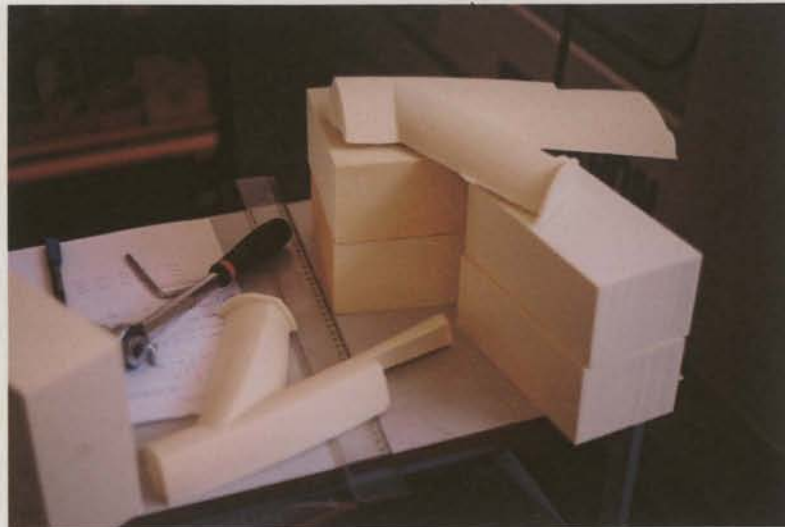
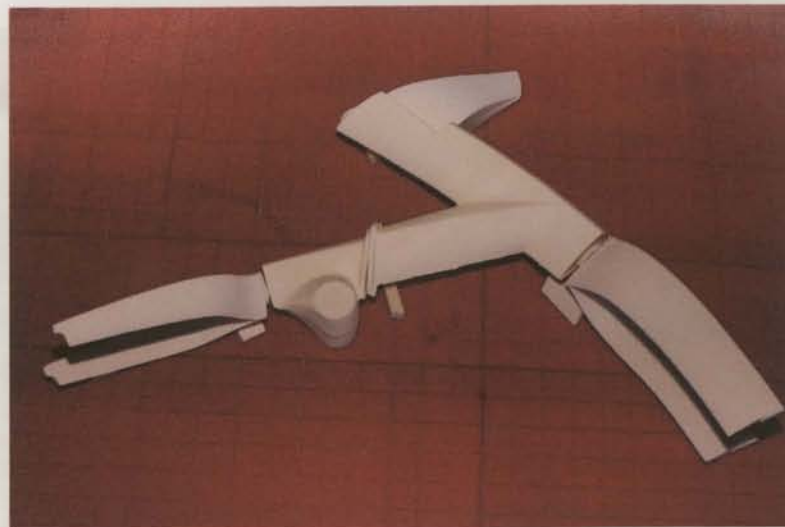


Figura 30 – Processo de maquinagem de espuma de poliuretano recorrendo ao sistema de CAM Powermill. As peças, são obtidas (neste caso a forqueta) recorrendo a blocos de poliuretano maquinados de forma a obter a forma final da peça. O quadro foi seccionado em várias peças de modo a conseguir a sua execução dentro das capacidades da máquina.

As figuras 31 e 32 ilustram partes maquinadas do modelo em espuma de poliuretano.



**Figura 31 – Blocos de poliuretano prontos para serem maquinados, juntamente com duas partes já executadas.**



**Figura 32 – Conjunto de todos os blocos de poliuretano já maquinados, deixando antever o resultado final a obter.**

O método utilizado para construir o protótipo implicou que a construção dos elementos de poliuretano fossem produzidos em metades, para que fossem posteriormente colados a uma estrutura tubular que serviu de suporte a todos os elementos da bicicleta. É conveniente lembrar que a proposta prevê um quadro composto com reforço em carbono.

A construção da estrutura baseou-se na utilização de tubos e chapas de aço que foram soldados através de soldadura a TIG para uniões entre chapas, e soldadura por braçagem para as restantes uniões (figuras 33 e 34).



Figura 33 – Imagem de uma das fases da construção da estrutura suporte do “corpo” da bicicleta, executada em chapa e tubos de aço, sendo soldada a TIG e a brazagem.



Figura 34 – Imagem da fase final da construção da estrutura. A estrutura após ter sido soldada, foi submetida a um tratamento de decapagem com jacto de limalha de aço.

A construção da estrutura revelou-se importante, não só porque permitiu a materialização do protótipo, mas também pelos inúmeros problemas que durante a sua construção foram identificados e resolvidos. A relação da estrutura com os acessórios, por um lado, e a maneira como essa mesma estrutura iria possibilitar a materialização do projecto foram problemas que, com maior ou menor dificuldade, foram resolvidos e ultrapassados. No final, o trabalho de construir uma estrutura que aparentemente seria extremamente simples, revelou-se muito mais complexo do que à partida se supunha, não só pelo risco de construir pela primeira vez uma estrutura deste tipo, mas sobretudo, pela complexa relação de pequenos mas importantes pormenores que poderiam por em risco a viabilidade do protótipo. Este passo, revelou-se

fundamental para compreender a nova relação entre os vários acessórios que este conceito de bicicleta implicou, e que só através da construção de tal estrutura se conseguiu constatar a nova ordem projectada.

Como forma de evitar a corrosão da referida estrutura, esta foi submetida a um tratamento à base de jacto de areia (figura 34). Outras peças como o guiador e o espigão de selim foram cromados obtendo um aspecto muito similar aos restantes acessórios aplicados neste protótipo.

A colocação dos elementos de poliuretano na estrutura metálica foi conseguida "esculpindo" o poliuretano com a forma da estrutura e assim conseguir envolver toda a estrutura com este material, permitindo obter a forma final do quadro da bicicleta.



Figura 35 – Fase de colocação e colagem dos elementos em poliuretano na estrutura metálica construída, obtendo a forma final do quadro da bicicleta.

Seguidamente a este processo, foi montado o quadro e alguns componentes principais como o guiador, selim e rodas de forma a visualizar, analisar e avaliar o resultado obtido, de forma a verificar se alguns ajustes eram necessários (figuras 36 e 37).



Figura 36 – Imagem do quadro montado após colagem dos elementos de poliuretano.



**Figura 37 – Imagem da fase de montagem de alguns componentes no quadro para verificar a existência de correcções a executar.**

Após verificação das correctas relações entre os principais componentes que constituem o quadro, foram montados alguns dos acessórios que compõem a bicicleta, no intuito de verificar o seu funcionamento constatando se eram ainda necessários alguns reajustes de forma a permitir o normal funcionamento da bicicleta (figura 37).

Após a verificação das relações entre os principais componentes, foram montados todos os acessórios para verificar a funcionalidade da bicicleta (figuras 38-40).



**Figura 38 – Imagem lateral do protótipo de bicicleta para criança montado com todos os seus acessórios em funcionamento.**



Figura 39 – Imagem de pormenor da dobradiça do protótipo de bicicleta para criança.



Figura 40 – Imagem lateral do protótipo de bicicleta para criança montado com todos os seus acessórios em funcionamento.

## **Referências**

- [1] – In página www [<http://www.arcspace.com>]. 28 de Junho de 2003.
- [2] – In Bicisport nº7, Ano 27, Julho de 2002, pp. 18 e 19.
- [3] – In página www [<http://www.robinnallydesign.com>]. 11 de Outubro de 2003.
- [4] – In página www [<http://news.fiu.edu>]. 8 de Outubro de 2003.
- [5] – In página www [<http://famillian.com>]. 28 de Junho de 2003.



## **8 – Conclusões**

O desafio de desenvolver uma dissertação em Design Industrial deve servir para uma profunda reflexão sobre a abrangência do domínio da disciplina do design.

A razão em focar uma das inúmeras vertentes de design industrial, como é o caso da bicicleta, serve para melhor identificar razões, processos, metodologias, etc., e ter sempre referências históricas e outras, que melhor permitam aprofundar o conhecimento relativamente à matéria em estudo, daí que falar de design de uma forma demasiado abrangente pudesse ser demasiado vaga, podendo inclusive recair num discurso hermético e pouco compreensível a terceiros, o que era de todo indesejável.

A forma natural de abordagem de um qualquer processo de design industrial foi transposto para este trabalho, quer em metodologias aplicadas no desenvolvimento processual, quer no carácter de investigação necessário para melhor compreender a amplitude do trabalho a desenvolver, e daí poder concluir sob a forma de uma proposta. O desenrolar desta dissertação foi em tudo análogo a este processo familiar de desenvolvimento.

As fases, ou capítulos, pelo qual passou todo este trabalho, foram cruciais para aprofundar o conhecimento sobre o caso em questão e, sobre ele, poder desenvolver uma reflexão que seria manifestada sob a forma de projecto.

O percurso histórico da bicicleta teve o mérito de compreender a razão da existência de tão famoso meio de transporte, identificando referências históricas que traduzem evoluções, orientações e caminhos que a bicicleta percorreu até atingir patamares qualitativos com que hoje é reconhecida. Por outro lado, a verificação da história da bicicleta permitiu concluir que o estereótipo de bicicleta como é entendida, foi posto em causa a partir de finais da década de 50, início da década de 60. A partir daí a bicicleta nunca mais seria a mesma. Em nossa opinião, tal como deve acontecer de uma maneira geral com o design, a ideologia dominante daquela altura sobre a bicicleta foi posta em causa, resultando no proliferar de soluções e conceitos inovadores e radicais que, apoiados por uma tecnologia cada vez mais capaz, tentavam dar à bicicleta novas dimensões.

A componente social agregada ao fenómeno da bicicleta foi também motivo de análise e de ponderação. As implicações directas e indirectas que a sociedade incutiu à bicicleta e vice-versa, permitiram realçar novas orientações de pensamento sobre a mobilidade humana, onde se insere a bicicleta, e daí verificar, tal como num normal processo de design, que a materialização de um projecto centrado nas necessidades constatadas da população é sem dúvida uma mais valia processual, que manifestada através do projecto pode revelar-se de grande importância na obtenção de resultados credíveis, sustentados e de qualidade.

A análise à variedade de soluções existentes actualmente, assim como as características formais que resumem a evolução da bicicleta, foram entendidas segundo as razões que levaram a atingir determinado tipo de respostas, onde o entendimento de mobilidade, os materiais e as tecnologias foram cruciais na obtenção de tais propostas. Concluímos então que a rigidez e o rigor formal iniciais foram sendo moldados segundo lógicas quase aritméticas e funcionalistas, onde o valor dos objectos era evidenciado pela sua operacionalidade, deu lugar à exploração de outros campos mais direccionados a outras necessidades ainda não abordadas por este tipo de veículo. Pode-se referir o caso dos factores estéticos (por exemplo o característico “Styling” dos anos 30, a alusão a outro tipo de veículos, etc.), ou factores de vária ordem como é o caso de conceitos direccionados a um determinado público alvo (crianças, senhoras, etc.), originando numa variedade formal, resultado da proliferação de conceitos que ocorreu depois do modelo de Alex Moulton ter evidenciado questões que poderiam ser colocadas na construção de uma bicicleta.

Como atrás referido, a importância dos materiais e formas de os trabalhar foi também relevante na obtenção de diferentes resultados. A evolução das capacidades industriais, quer seja através da utilização de novas matérias-primas, quer seja através de tecnologias desenvolvidas, veio permitir novos conhecimentos de materialização e construção que, ao

dispor da bicicleta, possibilitaram uma gradual aceleração de propostas e de soluções, cada vez mais complexas e cada vez mais evoluídas tecnologicamente.

Hoje, a banalização de tecnologias de ponta para a concepção de bicicletas tornou possível a acessibilidade, por parte do público em geral, de propostas que de outra forma dificilmente passariam a fase de protótipo. Por outro lado, os processos produtivos cada vez mais refinados permitem generalizar a utilização de matérias-primas que numa primeira abordagem se destinariam a outros níveis qualitativos. Exemplo disso é a utilização das ligas de alumínio que há uma década atrás eram destinadas a bicicletas topo de gama e hoje em dia são vendidas em supermercados como modelos de baixa gama.

É nosso entender que a rápida mutação e evolução, que é característica da indústria actual, permitem que a amplitude de resposta por parte dos designers, e neste caso do design de bicicletas, seja muito maior, acompanhando a evolução da capacidade que o Homem tem desenvolvido em concretizar e materializar as suas ideias, construindo novos processos e novas formas de o tornar possível.

Além dos avanços tecnológicos, o pós 2ª Guerra mundial, veio permitir também o aparecimento de outras ciências, entre elas a ergonomia. Não seria então de estranhar que a aplicabilidade desta se estenderia às várias áreas do design e entre estas a bicicleta seria também motivo de estudo da ergonomia a partir da década de 70.

A cumplicidade existente entre Homem e bicicleta é resultante da grande interactividade resultante da ligação do Homem com a bicicleta. Esta cumplicidade, entendida nos primeiros tempos empiricamente, resultaria indubitavelmente num estudo científico relacionando as medidas antropométricas do seu utilizador com a sua bicicleta, verificando-se noções, regras e procedimentos tidos como exemplares para obter medidas de posição e da própria morfologia da bicicleta que, com grande grau de proximidade, permitam ao ciclista melhor adequar a bicicleta ao seu corpo: adaptar anatomicamente o objecto ao seu utilizador.

Assim, o entendimento que fazemos da importância ergonómica da bicicleta vista como uma simples máquina que adquire uma função de prolongamento do corpo humano, como uma prótese, adquire todo o fundamento tendo em vista a cumplicidade constatada entre a bicicleta e o corpo do ciclista. Pensamos que com o patamar evolutivo que a bicicleta atingiu aos mais vários níveis, é imperativo que a sua definição morfológica, ao nível da posição e da dimensão, seja igualmente motivo de estudo científico. O recurso a estudos elaborados para calcular medidas da bicicleta e das posições do Homem em cima desta adquire, na actualidade e segundo a nossa opinião, grande importância de modo a que os percursos efectuados em cima de uma bicicleta sejam cada vez mais confortáveis e mais seguros, requisitos essenciais para preencher as necessidades verificadas na utilização deste meio de transporte por parte da população.

Hoje, o significativo número de diferentes bicicletas existentes e de propostas de bicicleta é, em nosso entender, o reflexo da grande liberdade que desde há alguns anos a bicicleta conquistou, não só manifestado pela variedade de modelos, mas também pelas diferentes perspectivas e diferentes utilizações da bicicleta.

A bicicleta parece-nos direccionar-se para um campo cada vez mais vasto e abrangente, que pode passar pela bicicleta de passeio e lazer, até uma bicicleta de utilização quotidiana para deslocações para o trabalho, ou ser inclusive um aliado na labuta diária. Hoje os novos conceitos dão novas dimensões à bicicleta, explorando as suas capacidades no intuito de corresponder às necessidades inerentes a cada época.

O estereótipo de bicicleta baseado numa estrutura tubular com duas rodas, sendo uma delas motriz e a outra direccional, está obsoleto. O entendimento que fazemos hoje de bicicleta vai muito mais além da anterior concepção. Pensamos que a bicicleta actual, pela sua qualidade, complexidade e variedade de resposta atingidos, tornou-se num veículo contemporâneo, adaptando-se às exigências da sociedade actual, fornecendo respostas mais completas, mais complexas e adequadas ao perfil sócio-económico e cultural das populações.

A bicicleta teve o mérito de ao longo dos tempos corresponder aos anseios das sociedades, moldando-se às suas necessidades e perspectivas que dela se esperavam e, por vezes, delinear os seus limites um pouco além do que lhe era esperado. Hoje, a bicicleta acompanha igualmente as necessidades identificadas na sociedade e tenta assegurar a mais valia que pode trazer em termos de resposta. O recurso a meio de transporte alternativos ao automóvel (principalmente dentro das grandes cidades), a ecologia, a saúde, o lazer, aspectos culturais e emotivos, entre outros, são factores evidenciados pelos conceitos na perspectiva de responder positivamente à população, visando as suas necessidades.

Pensamos que a bicicleta adquiriu o estatuto de insubstituível perante a sociedade, não só pela sua funcionalidade e desempenho, mas também pelo seu significado e ligação emotiva, que por vezes mantemos para com ela. A relação efectiva que, em grande parte dos casos, ocorre na infância para com este veículo, deriva da importância que normalmente neste período da vida se dá ao desenvolvimento das capacidades motoras e equilíbrio, sendo nesta altura em que com a bicicleta se começa a descobrir o controlo de um veículo de transporte pessoal e também se começa a ter noções de circulação e integração num sistema que futuramente poderão estar inseridos: o sistema rodoviário.

A primeira bicicleta, as primeiras brincadeiras com outras crianças, as primeiras quedas, os primeiros truques em cima da bicicleta levam a criança a descobrir um pouco mais de si e a aprofundar outras capacidades, nomeadamente as físicas.

Ao longo da vida a bicicleta reporta-nos a muitas experiências vividas, umas positivas, outras nem por isso, mas de alguma forma à bicicleta associamos sempre uma sensação, um momento, uma conquista, ..., que conferem à bicicleta um significado, um aspecto cultural muito próprio, independentemente da sociedade em que nos vemos inseridos.

Numa altura em que a globalização é extremamente debatida, a bicicleta é, em nossa opinião, um dos símbolos culturais universais e globalizantes, pois independentemente da população que possamos estudar, podemos sempre constatar, com maior ou menor amplitude, a sua presença nessas mesmas populações. Namíbia, Ruanda, Afeganistão, Cuba, Brasil, Holanda, Inglaterra, entre muitos outros, são sociedades onde a presença da bicicleta é uma constante, podendo variar na importância relativa em cada uma das populações, mas é omnipresente, inclusive imagens de guerra ocorridas recentemente como no Afeganistão, ou no Iraque, demonstram a presença destes veículos, mesmo em situações adversas à sua utilização.

Pensamos que o futuro e a orientação que a bicicleta poderá seguir, será sempre na conquista de novos espaços dentro da sociedade de modo a, adaptando-se a novas exigências de índole diversa que vão emergindo nessas sociedades, poder manter-se sempre útil e actual.

A proposta de projecto apresentada espelha, não só a reflexão efectuada sobre a bicicleta, mas também assume a posição com que nos posicionamos perante o processo de design industrial. O entendimento de um processo de design industrial deve, em nossa opinião, ser extremamente elaborado conceptualmente, mas sempre dentro dos limites proporcionados pela tecnologia.

O trabalho extremamente conceptual, que porventura poderia ser defendido para desenvolvimento de uma proposta dentro de uma dissertação em Design Industrial, deve em nosso ver, ser sempre adequado às condições e constrangimentos que porventura a indústria possa impor, pois só assim conseguimos justificar o trabalho de um designer para a indústria.

Assim, a proposta apresentada é uma solução conceptualmente inovadora, onde se evidenciam questões relativamente ao normal estereótipo da bicicleta, mas tenta sobretudo enquadrar-se dentro dos parâmetros passíveis de serem entendidos quer pela indústria, quer pelos seus utilizadores. Para isso, o projecto recorre a um tipo de linguagem facilmente perceptível, conferindo uma boa legibilidade e inteligibilidade ao projecto, sendo este facilmente aplicável no que concerne à sua materialização por parte da indústria.



**BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA GERAL**

---

- ARGAN, Giulio Carlo – *Arte Moderna*, S.Paulo, Companhia das letras, 1998, pp. 353-360.
- BALLANTINE, Richard – *Richard's 21<sup>st</sup> Century Bicycle Book*, Pan Books, Londres, 2000.
- BELLATI, Nally – *Le Nouveau Design Italien*, editora Pierre Terrail, Paris, 1991.
- BONSIEPE, Gui – *Teoria e Prática do Design Industrial, Coleção Design Tecnologia e Gestão*, Centro Português de Design, Lisboa, 1992.
- BORNSEN, Nina – *Italian Design*, editora Taschen, Colonia, 1995.
- BRANDÃO, Pedro; REMESAR, Antoni – *Design de Espaço Público: Deslocação e Proximidade*, Centro Português de Design, Lisboa, 2003.
- BRANZI, Andrea – *Il Design Italiano*, editora Electa, Milão, 1996.
- BURKE, Edmund R. – *High Tech Cycling*, Human Kinetics, E.U.A., Champaign, 1996.
- BURROWS, Mike – *Bicycle Design*, Open Road Publishers, York, 2000.
- DE NOBLET, Jocelyn – *Industrial Design – Reflection of a Century*, editora Flammarion, Paris, 1993.
- DODGE, Pryor – *The Bicycle*, Flammarion, Paris, 1996
- FEHLAU, Gunnar – *The Recumbent Bicycle*, Out Your Backdoor Press, Williamston, 2000.
- FIELD, Charlotte e Peter – *Design do Século XX*, Ed. Taschen, Lisboa, 2001.
- FITZPATRICK, Jim – *The Bicycle in Wartime*, An Illustrated History, Brassey's Inc., Dulles, Virginia, 1998.
- GODDARD, Stephen B. – *Colonel Albert Pope and his American Machines, The Life and Times of a Bicycle Tycoon Turned Automotive Pioneer*, Mc Farland & Company Inc. Publishers, Jefferson, Carolina do Norte, 2000.
- HIESINGER, K., MARCUS, G. – *Landmarks of Twentieth-Century Design*, Abbe-Ville Press.
- HINAULT, Bernard; GENZLING, Claude – *Ciclismo de Estrada*, Editorial Presença, Lisboa, 1988.
- LAGE, Alexandra; DIAS, Susana – *Designio, Parte I – Teoria do Design 11º, 12º anos*, Porto Editora, Lisboa, 2002.
- LYNCH, Kevin – *A Imagem da Cidade*, Edições 70, Lisboa, 1989.
- MANZINI, Ezio – *A Matéria da Invenção*, Centro Português de Design, Lisboa, 1993.
- MUNARI, Bruno – *Das Coisas Nascem Coisas, Coleção Design, Tecnologia e Gestão*, Edições 70, Lisboa, 1981.
- NOGUCHI, Fumiyo – *100 Years of the Bicycle, Component and accessory Design*, Van Der Plas Publications, São Francisco, 2000.
- PARSONS, Thomas, GALE, Iain – *Pós-Impressionismo, O nascimento da Arte Moderna*, Porto, Editora Civilização, 1993, pp. 374-379.

PERES, Fernando – *Uma Arte de Revolta e Absurdo – Dada (1915-1923)*, (Notas Prévias do Curso de História de Arte Moderna e Contemporânea), Porto, Fundação de Serralves, 2002.

PHEASANT, Stephen – *Bodyspace*, Taylor & Francis Publishers, 2ª edição, Londres, 1998.

PRIDMORE, Jay; HURD, Jim – *The American Bicycle*, Motorbooks International, Osceola, 1995

REIS, Manuel – *A História do Sport Lisboa e Benfica em Duas Rodas – Suor, Sorrisos e Lágrimas*, Editora Ausência, Águeda, 2000.

ROSEN, Paul – *Framing Production Technology, Culture and Change in the British Bicycle Industry*, The Mit Press, E.U.A., Massachussets, 2002.

ROY, Robin – *Design Principles and Practice – Creativity and Conceptual Design: The Invention and Evolution of Bicycles*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995.

ROY, Robin; WALKER, David; DAGGER, Barry – *Design Principles and Practice – Product Development and Manufacture*, The Open University, Milton Keynes, Inglaterra, 1995.

SALVENDY, Gavriel – *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, ed. John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997.

SERGIO, Manuel – *Para Uma Epistemologia da Motricidade Humana: Prolegómenos a Uma Nova Ciência do Homem*, Editora Compendium, Colecção: Educação Física e Desporto, 2ª edição, Lisboa, 1994.

TULT, Patricia, ADLER, David – *New Metric Handbook – Planning and Design Data*, Butterworth Architecture, Londres, 1990.

#### Bibliografia | **Revistas**

**AMBIL** – Artigos para Motorizadas e Bicicletas, catalogo 2002.

**Bici Sport**, Ano IX, nº 53, Outubro 1993, Brasil.

**Bici Sport**, Ano IX, nº 55, Dezembro 1993, Brasil.

**Bici Sport**, Ano IX, nº 57, Fevereiro 1994, Brasil.

**Bici Sport**, Ano IX, nº 58, Março 1994, Brasil.

**Bici Sport**, Ano IX, nº 59, Abril 1994, Brasil.

**Bici Sport**, Ano IX, nº 60, Maio 1994, Brasil.

**Bici Sport**, Ano IX, nº 61, Junho 1994, Brasil.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 1, Janeiro 2002, Itália, Suplemento.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 1, Janeiro 2002, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 2, Fevereiro 2002, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 3, Março 2002, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 4, Abril 2002, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 5, Maio 2002, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 5, Maio 2002, Suplemento especial, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 6, Junho 2002, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 7, Julho 2002, Itália.

**Bici Sport**, Ano XXVII, nº 8, Agosto 2002, Itália.

**Bicicletas SIRLA**, catalogo 2002.

**Bicisport**, nº 39, Julho 1992, Espanha.

**Bicisport**, nº 51, Julho 1993, Espanha.

**BMW Lifestyle**, catalogo Free Spirits 2002.

**BTT Magazine**, nº 6, Novembro/Dezembro 1991, Espanha.

**BTT Magazine**, nº 7, Janeiro/Fevereiro 1992, Espanha.

**BTT Magazine**, nº 8, Março/Abril 1992, Espanha.

**BTT Magazine**, nº 9, Maio 1992, Espanha.

CAMPOS, João – ***Bicicleta Sem Selim Criada Na Anadia***, artigo do Jornal de Notícias de Sexta-feira, 26 de Julho de 2002, página 23.

**Ciclismo a fondo especial Indurain**, nº 90, Agosto 1992, Espanha.

**Ciclismo a fondo**, nº 209, Abril 2002, Espanha.

**Ciclismo a fondo**, nº 210, Junho 2002, Espanha.

**Ciclismo a fondo**, nº 210, Maio 2002, Espanha.

**Ciclismo a fondo**, nº 72, Maio 1991, Espanha.

**Ciclismo a fondo**, nº 82, Fevereiro 1992, Espanha.

**Ciclismo a fondo**, nº 89, Agosto 1992, Espanha.

FIGUEIREDO, Jaime – ***Pedalar sem esforço***, Revista semanal do jornal Expresso de 20 de Dezembro de 1997, pagina 90, Portugal.

GOMES, Cristina – ***Negócio das ecopistas descarrilado***, artigo retirado do Jornal de Notícias de Domingo, 3 de Novembro de 2002, páginas 24 e 25.

**Jornal Ciclismo**, Ano 9, nº 1, III série, Fevereiro 1989, Portugal.

**Jornal Ciclismo**, Ano 9, nº 2, III série, Março 1989, Portugal.

LOPES, Ricardo – ***High Tech***, revista Super Maxim, nº 19, Outubro 2002, página 142, Portugal.

MARQUES, José Maria – ***História da Bicicleta***, Edição de revista para BICIMOTA 92, Águeda, 1992, página33, Portugal.

MENDES, Fernando – *Uma Princesa Na Rota Olímpica*, artigo do Jornal de Notícias de Domingo, 3 de Novembro de 2002, páginas 8 e 9 do suplemento de desporto.

**Miroir du Cyclisme**, nº 440, Fevereiro 1991, França.

**Miroir du Cyclisme**, nº 443, Maio 1991, França.

**Miroir du Cyclisme**, nº 452, Fevereiro 1992, França.

**Miroir du Cyclisme**, nº 457, Junho 1992, França.

**Miroir du Cyclisme**, nº 459, Setembro 1992, França.

**Miroir du Cyclisme**, nº 469, Julho 1993, França.

**Miroir du Cyclisme**, suplemento Velosport, nº 4, Julho 1993, França.

**Mountain Biking UK**, Volume 5, nº 1, Janeiro 1992, Inglaterra.

**Revista Ciclismo**, Ano 1, nº 3, Abril/Maio 1994, Portugal.

**Revista Vidas**, Jornal Expresso nº 1569, de 23 de Novembro de 2002, página 46.

**Revista Vidas**, Jornal Expresso nº 1571, de 7 de Dezembro de 2002, página 31.

SILVA, Sara Raquel – *Buga Pedalar*, revista Page, nº 28, Dezembro de 2001, páginas 16-19, Portugal.

**Super Ciclismo**, nº26, Abril 2002, Portugal.

**Super Ciclismo**, nº29, Julho 2002, Portugal.

**Super Ciclismo**, nº30, Agosto 2002, Portugal.

**Super Interessante**, Ano 4, nº 10, Outubro 1990, Brasil.

**Suplemento do Jornal A BOLA**, numero 119, de 21 de Julho de 2002

**Velo Magazine**, nº 297, Abril 1994, França.

**Velo Magazine**, nº 299, Junho 1994, França.

**Velo Magazine**, nº 301, Agosto 1994, França.

**Velo Sprint 2000 Magazine**, nº 280, Setembro 1992, França.

**Velo Sprint 2000 Magazine**, nº 282, Novembro 1992, França.

#### Bibliografia | **Sítios**

AFORNALI, Marcelo, *Uma Breve História da Bicicleta*, Página WWW [www.bicicletasantigas.com.br/historia.htm]. 28 de Fevereiro de 2003.

Página [http://adaddorada.tsai.es]. 4 de Janeiro de 2003.

Página [http://aprmtb.tripod.com/historic1.htm]. 15 de Janeiro de 2003.

Página [http://bikesport.hp10.com.br/histbike.htm]. 12 de Janeiro de 2003.

Página [<http://bizrate.lycos.com>]. 22 de Abril de 2003.

Página [<http://design.runride.com/english/development/development-e.asp>]. 16 de Abril de 2003.

Página [<http://design.runride.com/english/english.asp>] 6 de Maio de 2003.

Página [<http://famillian.com>]. 28 de Junho de 2003.

Página [<http://geocities.yahoo.com.br/pedalegal/ajuste.htm>]. 22 de Dezembro de 2002.

Página [<http://news.flu.edu>]. 8 de Outubro de 2002.

Página [<http://primeirasedicoes.expresso.pt>]. 7 de Abril de 2003.

Página [<http://sites.uol.com.br/mmsgen/histbici.htm>]. 10 de Fevereiro de 2003.

Página [[http://unep.frw.uva.nl/cgi-bin/Lasso.acg...duct%5fsummary.shtml&\[recid\]=69&\[searc](http://unep.frw.uva.nl/cgi-bin/Lasso.acg...duct%5fsummary.shtml&[recid]=69&[searc)]. 18 de Janeiro de 2003.

Página [<http://web.bizkaia.net>]. 19 de Março de 2003.

Página [<http://webs.sinectis.com.ar/mcagliani/hbici.htm>]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.22september.org/pdf/aveiro.ppt](http://www.22september.org/pdf/aveiro.ppt)]. 30 Março de 2003.

Página WWW [[www.aquiweb.com.br/belabike/historia\\_bicicleta.htm](http://www.aquiweb.com.br/belabike/historia_bicicleta.htm)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.aquiweb.com.br/belabike/historia\\_mbike.htm](http://www.aquiweb.com.br/belabike/historia_mbike.htm)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.arcspace.com](http://www.arcspace.com)]. 28 de Junho de 2003.

Página WWW [[www.arkitera.com/yarismalar/diger/yarisma10050.htm](http://www.arkitera.com/yarismalar/diger/yarisma10050.htm)]. 23 de Fevereiro de 2003.

Página WWW [[www.arrakis.es/~palarra/bicicleta.htm](http://www.arrakis.es/~palarra/bicicleta.htm)]. 4 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.asciclistas.hpg.ig.com.br/paginas/historia/historia.htm](http://www.asciclistas.hpg.ig.com.br/paginas/historia/historia.htm)]. 24 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.av.it.pt](http://www.av.it.pt)]. 7 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.aveiro.net/miguelcapao/dia\\_sem\\_carros.htm](http://www.aveiro.net/miguelcapao/dia_sem_carros.htm)]. 7 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.bbk.es](http://www.bbk.es)]. 18 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.bicibr.hpg.ig.com.br/ciclismo/historia/historia.html](http://www.bicibr.hpg.ig.com.br/ciclismo/historia/historia.html)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.bicigiant.com](http://www.bicigiant.com)]. 12 de Junho de 2003.

Página WWW [[www.bikelane.com](http://www.bikelane.com)]. 11 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.bikemagazine.com.br/especial/bikes\\_guerra/bikes\\_guerra.htm](http://www.bikemagazine.com.br/especial/bikes_guerra/bikes_guerra.htm)]. 12 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.bikemagazine.com.br/especial/historia\\_bike/historia\\_bike.htm](http://www.bikemagazine.com.br/especial/historia_bike/historia_bike.htm)]. 24 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.bikes.com](http://www.bikes.com)]. 21 de Agosto de 2003.

Página WWW [[www.bikeworld.com](http://www.bikeworld.com)]. 12 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.biothinking.com/bikes.html](http://www.biothinking.com/bikes.html)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.bizkaia.net](http://www.bizkaia.net)]. 4 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.bolshoicircus.ru](http://www.bolshoicircus.ru)]. 28 de Fevereiro de 2003.

Página WWW [[www.calfeedesign.com](http://www.calfeedesign.com)]. 2 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.campagnolo.com](http://www.campagnolo.com)]. 25 de Agosto de 2003.

Página WWW [[www.campyonly.com](http://www.campyonly.com)]. 15 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.cf.ac.uk](http://www.cf.ac.uk)]. 10 de Março de 2003.

Página WWW [[www.citymantis.com](http://www.citymantis.com)]. 21 de Agosto de 2003.

Página WWW [[www.colnago.com](http://www.colnago.com)]. 27 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.cubasolar.cu/biblioteca/programa/transporte.htm](http://www.cubasolar.cu/biblioteca/programa/transporte.htm)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.cycle.fr](http://www.cycle.fr)]. 1 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.deathbyarch.com/html/6th\\_international\\_bicycle\\_desi.html](http://www.deathbyarch.com/html/6th_international_bicycle_desi.html)]. 4 de Fevereiro de 2003.

Página WWW [[www.docvelo.ca.tc](http://www.docvelo.ca.tc)]. 1 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.doreenkerby.com/html/holland\\_rail.html#](http://www.doreenkerby.com/html/holland_rail.html#)]. 4 de Fevereiro de 2003.

Página WWW [[www.fct.unl.pt](http://www.fct.unl.pt)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.flyerbike.com](http://www.flyerbike.com)]. 27 de Março de 2003.

Página WWW [[www.frank-gehry.com](http://www.frank-gehry.com)]. 3 de Outubro de 2003.

Página WWW [[www.geocities.com/baja/cliffs/5984/hist.htm](http://www.geocities.com/baja/cliffs/5984/hist.htm)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.gotabike.hpg.ig.com.br/index.html](http://www.gotabike.hpg.ig.com.br/index.html)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.greglemond.com](http://www.greglemond.com)]. 12 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.ibike.org/bibliography/index.htm](http://www.ibike.org/bibliography/index.htm)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.ibike.org/tech.htm](http://www.ibike.org/tech.htm)]. 4 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.icsid.org/events.html](http://www.icsid.org/events.html)]. 4 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.josévarela.net/aventura/cicloturismo/bicicleta/bicicleta\\_alternativa3.html](http://www.josévarela.net/aventura/cicloturismo/bicicleta/bicicleta_alternativa3.html)]. 9 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.jsf.or.jp/exhibit/cycle-e.html](http://www.jsf.or.jp/exhibit/cycle-e.html)]. 4 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.kalf.com.br/links.htm](http://www.kalf.com.br/links.htm)]. 2 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.lookcycle.com](http://www.lookcycle.com)]. 4 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.lookcyclesusa.com](http://www.lookcyclesusa.com)]. 4 de Maio de 2003

Página WWW [[www.lotusespiritworld.co.uk](http://www.lotusespiritworld.co.uk)]. 4 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.metav.pt](http://www.metav.pt)]. 15 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.mindspring.com/~heine/bikesite/bikesite/index.html](http://www.mindspring.com/~heine/bikesite/bikesite/index.html)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.news.uiuc.edu/gentips/02/06scooter.html](http://www.news.uiuc.edu/gentips/02/06scooter.html)]. 4 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.orbitabicycletas.pt](http://www.orbitabicycletas.pt)]. 15 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.pedalinghistory.com/PHMusBio.htm](http://www.pedalinghistory.com/PHMusBio.htm)]. 17 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.pr.gov.br/detran/educa/curiosidades/hist03.html](http://www.pr.gov.br/detran/educa/curiosidades/hist03.html)]. 4 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.propertynet.com/agenda/kompetisi/](http://www.propertynet.com/agenda/kompetisi/)]. 5 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.reasnet.com](http://www.reasnet.com)]. 24 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.reverso.net](http://www.reverso.net)]. 28 de Março de 2003.

Página WWW [[www.roadcycling.com](http://www.roadcycling.com)]. 12 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.robinnallydesign.com](http://www.robinnallydesign.com)]. 11 de Outubro de 2003.

Página WWW [[www.rockshock.com](http://www.rockshock.com)]. 25 de Agosto de 2003.

Página WWW [[www.safron-ventures.com](http://www.safron-ventures.com)]. 21 de Março de 2003.

Página WWW [[www.segway.com](http://www.segway.com)]. 4 de Maio de 2003

Página WWW [[www.shimano-europe.com](http://www.shimano-europe.com)]. 25 de Agosto de 2003.

Página WWW [[www.sirla.pt](http://www.sirla.pt)]. 15 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.spicerindustries.com](http://www.spicerindustries.com)]. 2 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.strida.com](http://www.strida.com)]. 4 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.strida.it](http://www.strida.it)]. 29 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.superform-aluminium.com](http://www.superform-aluminium.com)]. 21 de Agosto de 2003.

Página WWW [[www.theweelmen.org/default.htm](http://www.theweelmen.org/default.htm)]. 12 de Janeiro de 2003.

Página WWW [[www.uchile.cl/facultades/arquitectura/publicaciones/portapla.../expomuestras2.htm](http://www.uchile.cl/facultades/arquitectura/publicaciones/portapla.../expomuestras2.htm)]. 4 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.uminho.pt](http://www.uminho.pt)]. 19 de Março de 2003.

Página WWW [[www.upc.es/op/castella/notfcies/acinvestigacion/1998/bicleta-remo.htm](http://www.upc.es/op/castella/notfcies/acinvestigacion/1998/bicleta-remo.htm)]. 22 de Novembro de 2002.

Página WWW [[www.usa-bike.com](http://www.usa-bike.com)]. 22 de Agosto de 2003.

Página WWW [[www.uvp-fpc.pt/capitulos/titulo1\\_cap03-rgtc.html](http://www.uvp-fpc.pt/capitulos/titulo1_cap03-rgtc.html)]. 4 de Dezembro de 2002.

Página WWW [[www.vestigio.com](http://www.vestigio.com)]. 4 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.windtex.it](http://www.windtex.it)]. 15 de Abril de 2003.

Página WWW [[www.world-of-bicycles.com](http://www.world-of-bicycles.com)]. 19 de Março de 2003.

Página WWW [[www.zem.ch](http://www.zem.ch)]. 4 de Maio de 2003.

Página WWW [[www.zerobike.com](http://www.zerobike.com)]. 4 de Maio de 2003.



FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



000079729